

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-082449

(43)Date of publication of application : 22.03.2002

(51)Int.Cl. G03F 7/38

G03F 7/004

G03F 7/16

G03F 7/26

H05K 3/02

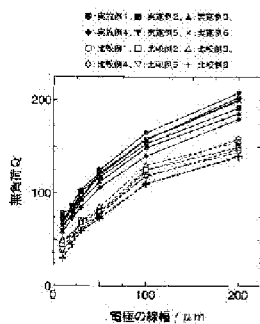
(21)Application number : 2001- (71)Applicant : MURATA MFG CO LTD
142092

(22)Date of filing : 11.05.2001 (72)Inventor : TOWATA SHUICHI

(30)Priority

Priority number : 2000198070 Priority date : 30.06.2000 Priority country : JP

(54) METHOD FOR FORMING THICK-FILM PATTERN AND
PHOTOSENSITIVE PASTE USED FOR THE SAME



(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for forming thick-film patterns having a rectangular shape in sectional shape and excellent high-frequency transmission characteristics, which method is capable of easily forming the patterns even when a photosensitive paste having a high content ratio of conductive powder and low light transmittance is used and the photosensitive paste used for the same.

SOLUTION: The photosetting depth(d) of the photosensitive paste is previously measured and a photosensitive paste film of a prescribed film thickness(t) is formed by application of the photosensitive paste by taking the photosetting depth(d) into consideration and is then subjected to exposure processing. The photosensitive paste film subjected to the exposure processing is developed to form the thick-film patterns of a prescribed shape. The photosensitive paste is applied in such a manner that the relation between the photosetting depth(d) of the photosensitive paste and the film thickness(t) of the photosensitive paste film satisfies the conditions of equation: $t \leq d$.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 11.11.2002

[Date of sending the examiner's
decision of rejection] 20.09.2005

[Kind of final disposal of application
other than the examiner's decision of
rejection or application converted

registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

* NOTICES *

**JPO and NCIP are not responsible for any
damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] (a) The process which measures the photo-curing depth (d) of a photosensitive paste beforehand, and the process which applies a photosensitive paste in consideration of (b) photo-curing depth (d), and forms the photosensitive paste film of predetermined thickness (t), (c) The formation approach of the thick-film pattern characterized by providing the process which performs exposure processing on said photosensitive paste film, and the process which develops said photosensitive paste film with which (d) exposure processing was performed, and forms the thick-film pattern of a predetermined configuration.

[Claim 2] The formation approach of the thick-film pattern according to claim 1

characterized by the relation of the photo-curing depth (d) of said photosensitive paste and the thickness (t) of said photosensitive paste film applying said photosensitive paste so that the conditions of following formula: $t \leq d$ may be fulfilled.

[Claim 3] When mean particle diameter of the inorganic powder under photosensitive paste is set to (m), the thickness (t) of said photosensitive paste film is following formula: $t \leq d + m$ (however, d photo-curing depth of a photosensitive paste).

The formation approach of the thick-film pattern according to claim 1 characterized by applying said photosensitive paste so that ***** may be filled.

[Claim 4] The formation approach of the thick-film pattern according to claim 2 or 3 characterized by being what forms the thick-film pattern whose cross-section configuration of the direction which intersects perpendicularly with a longitudinal direction is an abbreviation rectangle.

[Claim 5] The photosensitive paste characterized by being the photosensitive paste containing the inorganic powder of mean particle diameter (m) used for the cross-section configuration of the direction which intersects perpendicularly with a longitudinal direction forming the thick-film pattern of an abbreviation rectangle, and the thickness (t) of photo-curing depth (d) and the photosensitive paste film and the mean particle diameter (m) of inorganic powder being what used in a mode which fulfills the conditions of following formula: $t \leq d + m$.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] The invention in this application relates to the photosensitive paste used for the formation approach of a thick-film pattern, and formation of a thick-film pattern.

[0002]

[Description of the Prior Art] wiring which constitutes the RF circuit with which these electronic equipment is equipped with the densification and high-speed-signal-izing of RF electronic equipment -- a conductor is detailed, thickness is large and, moreover, it is called for that a cross-section configuration is a rectangle. By the way, while in forming conventionally the thick-film-conductor film which gives wiring on a substrate it gives so that it may become the pattern of a request on a substrate with screen printing about this, and calcinating after that and removing an organic binder using the conductive paste which mixed the end of conducting powder to the organic binder, making an electric conduction component sinter is performed.

[0003] However, it is difficult for the pattern version precision not to be necessarily enough, for example, to form a detailed pattern 100 micrometers or less in screen printing. then, the photosensitive paste which mixed conductive powder to the photopolymer constituent as an approach of obtaining the detailed pattern which is the difficulty of obtaining in screen-stencil as indicated by JP,54-121967,A, JP,54-13591,A, and JP,59-143149,A -- using -- this -- a photolithography technique -- applying -- the conductor of a detailed pattern -- the approach of forming the film on a substrate is proposed.

[0004] As a photopolymer constituent which constitutes such a photosensitive

paste It is possible to use a well-known photopolymerization nature compound, an optical denaturation compound, etc. For example, the mixture of the monomer or oligomer which has reactant functional groups, such as (1) partial-saturation radical, and photopolymerization initiators, such as an aromatic series carbonyl compound, (2) The mixture of addition polymerization nature compounds, such as the so-called diazo resin, such as a condensation product of aromatic series screw azide and formaldehyde, and (3) epoxy compounds, and photo-oxide generating agents, such as diaryl iodonium salt, (4) naphthoquinonediazide system compound, etc. can be used. Especially a desirable thing is the mixture of the monomer and optical radical generating agents, such as an aromatic series carbonyl compound, which have reactant functional groups, such as a partial saturation radical of (1), in these.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, when it is going to obtain the high conductor layer of electrical conductivity, it is required to prevent defects accompanying the volumetric shrinkage at the time of baking, such as an open circuit and crack initiation, and, for that purpose, it is necessary to make high the content rate of the conductive powder mixed with a photopolymer constituent.

However, if the content rate of conductive powder becomes high, the permeability of the light within a photosensitive paste will become low, and even if it becomes inadequate, and pattern formation is able to become difficult or hardening inside the paste by hardening of a photopolymer constituent is able to perform pattern formation, a cross-section configuration becomes the so-called pattern of reverse trapezoidal shape and an edge curl configuration, and there is a problem that the transmission characteristic in a RF falls remarkably.

[0006] The above-mentioned problem is not applied only about the photosensitive paste which contains conductive powder as inorganic powder, and is applied also about the photosensitive paste which contains insulating powder as inorganic powder.

[0007] The invention in this application aims at offering the photosensitive paste

used for the formation approach of the thick-film pattern [solve the above-mentioned trouble, the content rate of conductive powder is high, and it is possible to perform pattern formation easily, also when light transmittance uses a low photosensitive paste, and] which can form the thick-film pattern which whose cross-section configuration is moreover a rectangle and was excellent in the RF transmission characteristic, and it.

[0008]

[Means for Solving the Problem] In order to solve the above-mentioned technical problem, as a result of repeating research wholeheartedly, by measuring the photo-curing depth of the photosensitive paste film beforehand, and setting up the thickness of the photosensitive paste film in consideration of this photo-curing depth, the artificer of this application knew that the thick-film pattern which whose cross-section configuration is a rectangle and was excellent in the RF transmission characteristic would be obtained, further, performs experiment and examination and came to complete this invention.

[0009] Namely, the formation approach of the thick-film pattern of the invention in this application (claim 1) (a) The process which measures the photo-curing depth (d) of a photosensitive paste beforehand, and the process which applies a photosensitive paste in consideration of (b) photo-curing depth (d), and forms the photosensitive paste film of predetermined thickness (t), (c) It is characterized by providing the process which performs exposure processing on said photosensitive paste film, and the process which develops said photosensitive paste film with which (d) exposure processing was performed, and forms the thick-film pattern of a predetermined configuration.

[0010] Since the configuration (cross-section configuration) of the thick-film pattern formed can be predicted to some extent to be the photo-curing depth (d) of a photosensitive paste from the thickness (t) of the photosensitive paste film By measuring the photo-curing depth (d) of a photosensitive paste, and defining the thickness (t) of the photosensitive paste film in consideration of this photo-curing depth (d) beforehand It becomes possible to form efficiently the thick-film

pattern which has a desired cross-section configuration, and adhesion with the object (usually substrate) in which a thick-film pattern is formed is good, and it becomes possible to form a thick-film pattern with a high configuration precision.

[0011] In addition, when the thick-film pattern which there is an inclination for some cross-section configurations of the thick-film pattern formed to turn into reverse trapezoidal shape in the case of large extent, but some directions of the thickness of the photosensitive paste film tend to form does not need so high a configuration precision, it is also more possible than photo-curing depth as thickness of the photosensitive paste film to adopt such thickness (for it to be large thickness partly from photo-curing depth).

[0012] In addition, in the invention in this application, it is also possible for a photosensitive paste to mean inorganic powder and the paste containing a photopolymer component, and to add suitably preservation stabilizers, such as a solvent and polymerization inhibitor, an antioxidant, a color, a pigment, a defoaming agent, a surfactant, etc. if needed. In addition, as long as there is especially no constraint in the class of photosensitive paste, or a presentation and the original effectiveness of the invention in this application is done so, it is possible to use the photosensitive paste of various presentations.

[0013] Moreover, in the invention in this application, the photosensitive paste film is a concept which applies a photosensitive paste to bases, such as a ceramic substrate and a PET film, etc. using well-known techniques, such as screen-stencil and a spin coat, and means the film in the condition of having dried, and the thickness of the photosensitive paste film is a concept meaning the thickness of this film.

[0014] moreover, the photo-curing depth (d) of the photosensitive paste film -- "it goes on, and it is consumed by hardening of resin or the irradiated light, for example, ultraviolet radiation etc., absorbs the inside of the paste film to a resinous principle -- having -- decreasing -- hardening of resin -- the minimum -- it is a concept meaning depth" from a paste film front face until it is less than required energy.

[0015] In addition, as the evaluation (measurement) approach of this photo-curing depth, the following approaches are illustrated, for example.

** Form the photosensitive paste film on a substrate with screen printing first.

** And expose by irradiating the light (for example, ultraviolet radiation etc.) which adjusted the amount of energy uniformly.

** After that, negatives are developed using thin water solutions, such as a sodium carbonate, and a part for a non-hard spot is removed, and the thickness of the hardening film is measured, and let this thickness be photo-curing depth (d).

In addition, thickness can be measured by well-known approaches, such as an optical microscope, an electron microscope, and a laser beam microscope.

[0016] Moreover, the formation approach of the thick-film pattern of claim 2 is characterized by the relation of the photo-curing depth (d) of said photosensitive paste and the thickness (t) of said photosensitive paste film applying said photosensitive paste so that the conditions of following formula: $t \leq d$ may be fulfilled.

[0017] The formula of the above [a photosensitive paste]: Stiffen the photosensitive paste film certainly covering the whole thickness direction by applying, namely, making thickness (t) of the photosensitive paste film smaller than photo-curing depth (d), an EQC, or it so that the conditions of $t \leq d$ may be fulfilled, and it becomes possible to make it not dissolve at the time of development. Therefore, it becomes possible to form certainly the thick-film pattern which has a desired cross-section configuration, and adhesion with the object (usually substrate) in which a thick-film pattern is formed is good, and it enables a cross-section configuration to form a rectangular thick-film pattern efficiently. Moreover, also when it calcinates, a cross-section configuration maintains a rectangle, and the edge curl generated when the thick-film pattern of reverse trapezoidal shape is calcinated does not produce this thick-film pattern. Therefore, it prevents that the sharp part which concentration of a current tends to produce is formed in an electrode surface, it becomes possible to control

concentration of a current, and it becomes possible to raise the transmission characteristic in a RF.

[0018] That is, if paste thickness is larger than photo-curing depth, the inclination for extent of generating of the undercut produced at the time of development to become large, and for a cross-section configuration to turn into reverse trapezoidal shape will arise. Therefore, when the thick-film pattern which it is going to form does not need a high configuration precision, it is possible to set up the thickness of the photosensitive paste film more greatly partly rather than photo-curing depth, but when a cross-section configuration tends to form the rectangular thick-film pattern of a high configuration precision, it is necessary to make it the thickness (t) of the photosensitive paste film not exceed photo-curing depth (d).

[0019] Moreover, for the formation approach of the thick-film pattern of claim 3, when mean particle diameter of the inorganic powder under photosensitive paste is set to (m), the thickness (t) of said photosensitive paste film is following formula: $t \leq d + m$ (however, d photo-curing depth of a photosensitive paste). It is characterized by applying said photosensitive paste so that ***** may be filled.

[0020] If the content rate of inorganic powder becomes high, since the probability for inorganic powder to exist in the front face of the photosensitive paste film will become high, also when mean particle diameter of the inorganic powder under photosensitive paste is set to (m) and the thickness (t) of the photosensitive paste film fulfills the conditions of above-mentioned formula: $t \leq d + m$, it becomes possible to stiffen the photosensitive paste film covering the whole thickness direction substantially. Therefore, it becomes possible to form certainly the thick-film pattern which has a desired cross-section configuration, and it is the fitness of adhesion with the object (usually substrate) in which a thick-film pattern is formed, and it becomes possible to form efficiently the thick-film pattern excellent in configuration precision.

[0021] In addition, according to the formation approach of the thick-film pattern of

this claim 3, the content rate of inorganic powder, such as conductive powder, is high, also when the permeability of the light in the interior is low, it becomes possible to form a thick-film pattern certainly, and a cross-section configuration can obtain the pattern which excelled [rectangle] in the RF transmission characteristic, for example. In addition, the mean particle diameter (m) of the above-mentioned inorganic powder is a concept meaning the mean particle diameter of the inorganic powder contained, when using two or more sorts of inorganic powder. [most]

[0022] Moreover, the formation approach of the thick-film pattern of claim 4 is characterized by being what forms the thick-film pattern whose cross-section configuration of the direction which intersects perpendicularly with a longitudinal direction is an abbreviation rectangle.

[0023] The formation approach of the thick-film pattern of the invention in this application is suitable for forming a thick-film pattern with a high configuration precision, and a cross-section configuration can form a rectangular thick-film pattern certainly. Therefore, according to the invention in this application, adhesion with a substrate etc. is good and it enables the cross-section configuration which was excellent in the RF transmission characteristic to form a rectangular thick-film pattern efficiently.

[0024] Moreover, the photosensitive paste of the invention in this application (claim 5) is a photosensitive paste containing the inorganic powder of mean particle diameter (m) used for the cross-section configuration of the direction which intersects perpendicularly with a longitudinal direction forming the thick-film pattern of an abbreviation rectangle, and it is characterized by for the thickness (t) of photo-curing depth (d) and the photosensitive paste film and the mean particle diameter (m) of inorganic powder to be what is used in a mode which fulfills the conditions of following formula: $t \leq d + m$.

[0025] In order that the photosensitive paste film with which the thickness (t) of photo-curing depth (d) and the photosensitive paste film and the mean particle diameter (m) of inorganic powder are used in a mode which fulfills the conditions

of above-mentioned formula: $t \leq d + m$, and were applied and formed may harden the photosensitive paste of the invention in this application certainly covering the whole thickness direction by exposure, it enables a cross-section configuration to form a rectangular thick-film pattern certainly. Therefore, by using the photosensitive paste of the invention in this application, the cross-section configuration where are the fitness of adhesion with the object (usually substrate) in which a thick-film pattern is formed, and the RF transmission characteristic was excellent is enabled to form a rectangular thick-film pattern efficiently, and it is significant.

[0026]

[Embodiment of the Invention] The formation approach of the thick-film pattern of the invention in this application is advantageously used, when forming on a substrate the film which has a detailed pattern for example, using a photolithography technique. More specifically, according to the formation approach of the thick-film pattern of the invention in this application, the photosensitive paste film is formed by giving a photosensitive paste on a substrate etc. and drying it first, by the well-known film formation approaches, such as screen-stencil, a spin coat, and a doctor blade. Subsequently, it lets the mask which has a desired pattern pass, the photosensitive paste film is exposed, and the thick-film pattern which has a desired pattern is formed by developing negatives with developers, such as a sodium-carbonate water solution. And the thick-film pattern (thick film conductor) on which this thick-film pattern functions as a conductor (electrode) by being calcinated is formed on a substrate etc.

[0027] With in addition, the photopolymer component (photosensitive organic component) which constitutes the photosensitive paste used in the invention in this application The mixture of photopolymerization initiators, such as a monomer, and oligomer, an aromatic series carbonyl compound which are the thing of a photopolymerization nature compound or an optical denaturation compound, for example, have reactant functional groups, such as (1) partial-saturation radical, (2) The mixture of addition polymerization nature compounds, such as the so-

called diazo resin, such as a condensation product of aromatic series screw azide and formaldehyde, and (3) epoxy compounds, and photo-oxide generating agents, such as diaryl iodonium salt, (4) naphthoquinonediazide system compound, etc. are illustrated. Among these especially a desirable thing is the mixture of photopolymerization initiators, such as a monomer which has reactant functional groups, such as a partial saturation radical of (1), and an aromatic series carbonyl compound.

[0028] As said reactant functional-group content monomer oligomer A hexandiol thoria chestnut rate, a tripropylene glycol thoria chestnut rate, Trimethylolpropane triacrylate, stearylacrylate, Tetrahydrofurfuryl acrylate, laurylacrylate, 2-phenoxy ethyl acrylate, Isodecyl acrylate, iso octyl acrylate, tridecyl acrylate, Caprolactone acrylate, ethoxylation nonyl phenol acrylate, 1,3-butanediol diacrylate, 1,4-butanediol diacrylate, Diethylene glycol diacrylate, tetraethylene glycol diacrylate, Triethylene glycol diacrylate, ethoxylation bisphenol A diacrylate, Propoxy-ized neopentyl glycol diacrylate, a tris (2-hydroxyethyl) isocyanurate thoria chestnut rate, Ethoxylation trimethylolpropane triacrylate, a pentaerythritol thoria chestnut rate, Propoxy-ized trimethylolpropane triacrylate, a propoxy-ized glyceryl thoria chestnut rate, Pentaerythritol tetraacrylate, ditrimethylolpropanetetraacrylate, Dipentaerythritol hydroxy pentaacrylate, ethoxylation pentaerythritol tetraacrylate, Tetrahydrofurfuryl methacrylate, cyclohexyl methacrylate, Isodecyl methacrylate, lauryl methacrylate, triethylene glycol dimethacrylate, Ethylene glycol dimethacrylate, tetraethylene glycol dimethacrylate, 1,4-butanediol dimethacrylate, diethylene-glycol dimethacrylate, 1, 9-nonane diol diacrylate, 1, 6-hexanedioldimethacrylate, Neopentyl glycol dimethacrylate, 1, 3-butylene-glycol dimethacrylate, Ethoxylation bisphenol A dimethacrylate, trimethylolpropanetrimethacrylate, Ethoxylation isocyanuric acid diacrylate, ethoxylation PARAKU mill phenol acrylate, Ethylhexyl carbitol acrylate, an N-vinyl-2-pyrrolidone, Isobornyl acrylate, polypropylene-glycol diacrylate, polyethylene-glycol diacrylate, dipentaerythritol pentaacrylate, dipentaerythritol hexaacrylate, etc. are illustrated.

[0029] moreover, as a possible photopolymerization initiator of using suitably in the invention in this application Benzyl, benzoin ethyl ether, benzoin isobutyl ether, Benzoin iso-propyl ether, a benzophenone, benzoylbenzoic acid, Methyl o-benzoylbenzoate, 4-benzoyl-4'-methyl diphenyl sulfide, Benzyl dimethyl ketal, 2-n-butoxy-4-dimethylamino benzoate, 2-chloro thioxan ton, 2, 4-diethyl thioxan ton, 2, 4-diisopropyl thioxan ton, An isopropyl thioxan ton, 2-dimethylaminoethyl benzoate, p-dimethylamino ethyl benzoate, p-dimethylamino isoamyl benzoate, 3 and 3'-dimethyl-4-methoxybenzophenone, 2, 4-dimethyl thioxan ton, 1-(4-dodecyl phenyl)-2-hydroxy-isobutane-1-ON, 2 and 2-dimethoxy -1, 2-bibenzyl-1-ON, hydroxy cyclohexyl phenyl ketone, 2-hydroxy - 2-methyl-1-phenyl propane-1-ON, 1-[4-(2-hydroxy ethoxy)-phenyl]-2-hydroxy-2-methyl-1-propane-1-ON, 2-methyl-1-[4-(methylthio) phenyl]-2-morpholinopropane-1-ON, A methyl benzoyl FORU mate, the 1-phenyl -1, a 2-propane dione-2-(o-ethoxycarbonyl) oxime, 2-benzyl-2-dimethylamino-1-(4-morpholino phenyl)-1-butanone, Screw (2, 6-dimethoxybenzoyl) - 2, 4, and 4-trimethyl pentyl phosphine oxide, Bis(2, 4, 6-trimethyl benzoyl) phenyl phosphine oxide, Screw (2, 4, 6-trimethyl benzoyl) - 2, 4, and 4-trimethyl pentyl phosphoretted hydrogen oxide, Screw (2, 6-dichlorbenzoyl) - 2, 4, and 4-trimethyl pentyl phosphoretted hydrogen oxide, 1-(4-isopropyl phenyl)-2-hydroxy-isobutane-1-ON, 1, 2-bibenzyl dione, methylphenylglyoxylate, etc. are illustrated. In addition, these photopolymerization initiators are independent or can use two or more sorts for coincidence.

[0030] As for the addition of the photopolymerization initiator of the invention in this application, it is desirable to add 0.1 to 5% of the weight to 100 % of the weight of photosensitive pastes. It becomes inadequate hardening the addition of a photopolymerization initiator according to [that it is less than 0.1 % of the weight] light, and this is because improvement in hardenability is hardly accepted even if it adds exceeding that it is not desirable and 5 % of the weight.

[0031] Moreover, this acrylic copolymer can be manufactured among the photosensitive pastes with which the above-mentioned photosensitive organic

component was added including the acrylic copolymer with which especially a desirable thing has a carboxyl group in a side chain by carrying out copolymerization of unsaturated carboxylic acid and the ethylene nature unsaturated compound. As unsaturated carboxylic acid, an acrylic acid, a methacrylic acid, a maleic acid, a fumaric acid, vinyl acetic acids, these anhydrides, etc. are raised. On the other hand, as an ethylene nature unsaturated compound, fumaric-acid ester, such as methacrylic ester, such as acrylic ester, such as a methyl acrylate and an ethyl acrylate, a methyl methacrylate, and ethyl methacrylate, and fumaric-acid monoethyl, etc. is raised. Moreover, oxidation treatment may be performed to the copolymer which was made to carry out copolymerization of these compounds, and was obtained, and an unsaturated bond may be introduced.

[0032] Moreover, in a photosensitive paste, when conductive powder is used as inorganic powder, as conductive powder, it is possible to use one sort, such as Ag powder, Au powder, Pt powder, Pd powder, Cu powder, nickel powder, W powder, aluminum powder, and Mo powder, or two sorts or more. Moreover, it is also possible to use the alloyed powder. Although it is possible as these conductivity powder to use the thing of a globular shape, tabular, mass, and which cylindrical and needlelike various configurations, it is desirable that there is no condensation and dispersibility uses good conductive powder, and that the mean particle diameter of whose is 0.05-10 micrometers is desirable. Mean particle diameter is 0.5-5 micrometers more preferably. When the mean particle diameter of conductive powder is less than 0.05 micrometers, this will be because a detailed circuit pattern cannot be obtained, if the cohesive force of a particle is large, and photosensitive conductive paste with good dispersibility cannot be obtained and the mean particle diameter of conductive powder exceeds 10 micrometers.

[0033] Moreover, in the photosensitive paste of the invention in this application, the content rate of conductive powder has 60 - 90% of the weight of the desirable range, and 65 - 85% of the weight of the range is more desirable. When the

content rate of conductive powder is less than 60 % of the weight, this runs short of the amounts of a photopolymer component, if an open circuit and a crack arise, and a desired pattern cannot be obtained and the content rate of conductive powder exceeds 90 % of the weight by contraction at the time of baking, and is because sufficient hardening is not obtained.

[0034] Moreover, in a photosensitive paste, when insulating powder is used as inorganic powder, as insulating powder, glass powder and/or ceramic powder can be used advantageously. It is possible to use glass powder with well-known way silicic acid system glass powder etc. as glass powder, and it is possible to use the well-known ceramic powder of glass ceramics, a glass multicomputer system, and non-textile glass yarn as ceramic powder.

[0035] As glass powder, more specifically A $\text{SiO}_2\text{-PbO}$ system, a $\text{SiO}_2\text{-ZnO}$ system, $2\text{OSiO}_2\text{-Bi}_3$ system, a $\text{SiO}_2\text{-K}_2\text{O}$ system, a $\text{SiO}_2\text{-Na}_2\text{O}$ system, It is possible to use glass powder, such as $2\text{OSiO}_2\text{-PbO-B}_3$ system, $2\text{OSiO}_2\text{-ZnO-B}_3$ system, and $\text{SiO}_2\text{-Bi}_2\text{O}_3\text{-B-2O}_3$ system, $2\text{OSiO}_2\text{-K}_2\text{O-B}_3$ system, and $2\text{OSiO}_2\text{-Na}_2\text{O-B}_3$ system.

[0036] Moreover, it is possible to use the oxide of at least one sort of metals chosen from the group which consists of aluminum, Ag, Cu, nickel, Ti, Ba, Pb, Zr, Mn, Cr, Sr, Fe, Y, Nb, La, Si, Zn, and Ru, for example as ceramic powder, boride, a nitride, silicide, etc.

[0037] Although it is possible to use the thing of a globular shape, tabular, mass, and which cylindrical and needlelike various configurations like the case of the conductive powder mentioned above as these insulating powder (inorganic powder), there is no condensation, it is desirable that dispersibility is good, and it is desirable to use what is in the range whose mean particle diameter is 0.1-10 micrometers for that purpose.

[0038] Moreover, when a photosensitive paste is used as a paste for forming an insulator including glass powder which was mentioned above, the content rate of glass powder has 40 - 80% of the weight of the desirable range. This will be because it becomes difficult to obtain a detailed pattern by dispersion of the light

by glass powder, if the insulating fall of the insulator film after baking is caused as the content rate of glass powder is less than 40 % of the weight, and it is easy to become poor and the content rate of glass powder exceeds 80 % of the weight. [0039] moreover, the thing used as a paste for a photosensitive paste to form a conductor including conductive powder which was mentioned above -- it is -- such a conductor -- when insulating powder is further added by the photosensitive ** paste, as for the content rate of such insulating powder, it is desirable to consider as 0.1 - 10% of the weight of the range. This will be because the conductive fall of the pattern after baking and the fall of soldering nature are caused, if junction nature with a substrate is inadequate, and it is difficult to obtain a good pattern and the content rate of insulating powder exceeds 10 % of the weight, when the content rate of insulating powder is less than 0.1 % of the weight.

[0040] Moreover, the photo-curing depth of the photosensitive paste film can be changed by adjusting the presentation of a photosensitive paste suitably. As for the thickness of the photosensitive paste film, it is desirable to make it smaller than photo-curing depth, an EQC, or photo-curing depth. Moreover, more specifically, it is the following formula. It is desirable to form the photosensitive paste film in a mode which fulfills conditions.

When the conditions of the formula of the $t \leq d + m$ (thickness of photosensitive paste film: t , photo-curing depth: d , mean-particle-diameter: m of inorganic powder) above are fulfilled, the cross-section configuration after baking can also form [the cross-section configuration after development] a rectangular thick-film pattern certainly with a rectangle.

[0041]

[Example] Hereafter, the example of the invention in this application is shown with the example of a comparison, and the place by which it is characterized [the] is explained in more detail.

[0042] In addition, in this example and the example of a comparison, Ag powder which has predetermined mean particle diameter as inorganic powder, AgPt

powder, Cu powder, SiO₂-B₂O₃-Bi₂O₃ system glass powder, SiO₂-PbO-B₂O₃ system glass powder, and 2Oaluminum₃ (alumina) powder were used suitably. [0043] moreover, in an example and the example of a comparison, as an acrylic copolymer which constitutes a photopolymer component A methyl-methacrylate-methacrylic-acid copolymer is used. Similarly as an optical radical polymerization nature monomer Ethoxylation trimethylolpropane triacrylate is used. As a photopolymerization initiator 2-methyl-1-[4-(methylthio) phenyl]-2-morpholinopropane-1-ON, 2, 4-diethyl thioxan ton, and 2-benzyl-2-dimethylamino-1-(4-morpholino phenyl)-1-butanone were used.

[0044] The following photosensitive paste A-H was produced by kneading the inorganic powder of [production of photosensitive paste (A-H)] above, an acrylic copolymer, an optical radical polymerization nature monomer, and a photopolymerization initiator with an organic solvent, using 3 rolls, after fully mixing by each following presentation ratios. The photo-curing depth of each photosensitive paste and the presentation are as follows.

[0045]

The <the photosensitive paste A (photo-curing depth: 7.8 micrometers)> and Ag powder (mean particle diameter: 3.0 micrometers) 75.0 % of the weight and a methyl-methacrylate-methacrylic-acid copolymer 4.5 % of the weight and ethoxylation trimethylolpropane triacrylate 5.2 % of the weight and 2-methyl-1-[4-(methylthio) phenyl]-2-morpholinopropane-1-ON 1.0 % of the weight, 2 and 4-diethyl thioxan ton 0.26 % of the weight and 2-benzyl-2-dimethylamino-1-(4-morpholino phenyl)-1-butanone 0.14 % of the weight and ethyl carbitol acetate 13.9 % of the weight [0046]

The <the photosensitive paste B (photo-curing depth: 9.0 micrometers)> and Ag powder (mean particle diameter: 3.0 micrometers) 70.0 % of the weight and SiO₂-B₂O₃-Bi₂O₃ system glass powder 3.0 % of the weight (mean particle diameter: 3.0 micrometers)

- A methyl-methacrylate-methacrylic-acid copolymer 6.0 % of the weight

and ethoxylation trimethylolpropane triacrylate 5.8 % of the weight and 2-methyl-1-[4-(methylthio) phenyl]-2-morpholinopropane-1-ON 0.6 % of the weight, 2 and 4-diethyl thioxanton 0.2 % of the weight and 2-benzyl-2-dimethylamino-1-(4-morpholino phenyl)-1-butanone 0.8 % of the weight and ethyl carbitol acetate 13.6 % of the weight [0047]

The <the photosensitive paste C (photo-curing depth: 7.3 micrometers)> and Ag powder (mean particle diameter: 1.8 micrometers) 71.1 % of the weight and SiO₂-B-2O₃-Bi₂O₃ system glass powder 1.9 % of the weight (mean particle diameter: 3.0 micrometers)

- A methyl-methacrylate-methacrylic-acid copolymer 6.0 % of the weight and ethoxylation trimethylolpropane triacrylate 5.8 % of the weight and 2-methyl-1-[4-(methylthio) phenyl]-2-morpholinopropane-1-ON 0.6 % of the weight, 2 and 4-diethyl thioxanton 0.2 % of the weight and 2-benzyl-2-dimethylamino-1-(4-morpholino phenyl)-1-butanone 0.8 % of the weight and ethyl carbitol acetate 13.6 % of the weight [0048]

The <the photosensitive paste D (photo-curing depth: 2.5 micrometers)> and Ag powder (mean particle diameter: 0.6 micrometers) 71.1 % of the weight and SiO₂-B-2O₃-Bi₂O₃ system glass powder 1.9 % of the weight (mean particle diameter: 3.0 micrometers)

- A methyl-methacrylate-methacrylic-acid copolymer 6.0 % of the weight and ethoxylation trimethylolpropane triacrylate 5.8 % of the weight and 2-methyl-1-[4-(methylthio) phenyl]-2-morpholinopropane-1-ON 0.6 % of the weight, 2 and 4-diethyl thioxanton 0.2 % of the weight and 2-benzyl-2-dimethylamino-1-(4-morpholino phenyl)-1-butanone 0.8 % of the weight and ethyl carbitol acetate 13.6 % of the weight [0049]

The <the photosensitive paste E (photo-curing depth: 10.3 micrometers)> and Ag-Pt powder (mean particle diameter: 2.2 micrometers) 63.0 % of the

weight and SiO₂-B₂O₃-Bi₂O₃ system glass powder 2.0 % of the weight (mean particle diameter: 3.0 micrometers)

- A methyl-methacrylate-methacrylic-acid copolymer 6.3 % of the weight and ethoxylation trimethylolpropane triacrylate 7.2 % of the weight and 2-methyl-1-[4-(methylthio) phenyl]-2-morpholinopropane-1-ON 1.3 % of the weight, 2 and 4-diethyl thioxan ton 0.33 % of the weight and 2-benzyl-2-dimethylamino-1-(4-morpholino phenyl)-1-butanone 0.41 % of the weight and ethyl carbitol acetate 19.46 % of the weight [0050]

The <the photosensitive paste F (photo-curing depth: 4.5 micrometers)> and Cu powder (mean particle diameter: 3.0 micrometers) 80.0 % of the weight and a methyl-methacrylate-methacrylic-acid copolymer 5.1 % of the weight and ethoxylation trimethylolpropane triacrylate 4.9 % of the weight and 2-methyl-1-[4-(methylthio) phenyl]-2-morpholinopropane-1-ON 0.5 % of the weight, 2 and 4-diethyl thioxan ton 0.2 % of the weight and 2-benzyl-2-dimethylamino-1-(4-morpholino phenyl)-1-butanone 0.7 % of the weight and propylene-glycol-monomethyl-ether acetate 8.6 % of the weight [0051]

The <the photosensitive paste G (photo-curing depth: 40.5 micrometers)> and 2Oaluminum₃ powder (mean particle diameter: 2.5 micrometers) 80.0 % of the weight and a methyl-methacrylate-methacrylic-acid copolymer 5.3 % of the weight and ethoxylation trimethylolpropane triacrylate 4.7 % of the weight and 2-methyl-1-[4-(methylthio) phenyl]-2-morpholinopropane-1-ON 0.6 % of the weight, 2 and 4-diethyl thioxan ton 0.2 % of the weight and 2-benzyl-2-dimethylamino-1-(4-morpholino phenyl)-1-butanone 0.8 % of the weight and ethyl carbitol acetate 8.4 % of the weight [0052]

<The photosensitive paste H (photo-curing depth: 39.8 micrometers)> and SiO₂-PbO-B₂O₃ system glass powder 65.0 % of the weight (mean particle

diameter: 3.0 micrometers)

- A methyl-methacrylate-methacrylic-acid copolymer 6.3 % of the weight
and ethoxylation trimethylolpropane triacrylate 7.2 % of the weight and 2-
methyl-1-[4-(methylthio) phenyl]-2-morpholinopropane-1-
ON 0.25 % of the weight, 2 and 4-diethyl thioxan
ton 0.06 % of the weight and 2-benzyl-2-dimethylamino-1-(4-
morpholino phenyl)-1-butanone 1.73 % of the
weight and ethyl carbitol acetate 10.86 % of the weight and
propylene-glycol-monomethyl-ether acetate 8.6 % of the weight [0053]

The sample of the following examples 1-8 and the sample of the examples 1-8 of a comparison were produced using photosensitive paste A-H of [production of sample of examples 1-8] above.

<Example 1> photo-curing depth formed the photosensitive paste film with a thickness of 7.6 micrometers by screen-stencil on the alumina substrate using the photosensitive paste A which is 7.8 micrometers. And through the photo mask, after carrying out exposure processing of the photosensitive paste film by irradiating two times, development according the beam of light of an ultrahigh pressure mercury lamp to the 0.5 % of the weight water solution of 2000mJcm(s)-sodium carbonates was performed.

[0054] Thus, about the pattern film of each sample by which patterning was carried out, the existence of generating of the separation after development and the cross-section configuration by microscope observation, and the cross-section configuration after baking were evaluated. Furthermore, using the photosensitive paste A, the photosensitive paste film with a thickness of 7.6 micrometers was formed on the dielectric substrate, the microstrip resonator which performed exposure processing and a development, and baking processing through the photo mask was formed, and the network analyzer estimated the transmission characteristic in the RF in 10GHz. In addition, unloaded Q was used as an index of a transmission characteristic.

[0055] <Example 2> photo-curing depth formed the photosensitive paste film with

a thickness of 12.0 micrometers by screen-stencil on the alumina substrate using the photosensitive paste B which is 9.0 micrometers. And through the photo mask, after carrying out exposure processing of the photosensitive paste film by irradiating two times, development according the beam of light of an ultrahigh pressure mercury lamp to the 0.5 % of the weight water solution of 2000mJcm(s)-sodium carbonates was performed.

[0056] Thus, about the pattern film of each sample by which patterning was carried out, the existence of generating of the separation after development and the cross-section configuration by microscope observation, and the cross-section configuration after baking were evaluated. Furthermore, using the photosensitive paste B, the photosensitive paste film with a thickness of 12.0 micrometers was formed on the dielectric substrate, the microstrip resonator which performed exposure processing and a development, and baking processing through the photo mask was formed, and the network analyzer estimated the transmission characteristic in the RF in 10GHz. In addition, unloaded Q was used as an index of a transmission characteristic.

[0057] <Example 3> photo-curing depth formed the photosensitive paste film with a thickness of 8.5 micrometers by screen-stencil on the alumina substrate using the photosensitive paste C which is 7.3 micrometers. And through the photo mask, after carrying out exposure processing of the photosensitive paste film by irradiating two times, development according the beam of light of an ultrahigh pressure mercury lamp to the 0.5 % of the weight water solution of 2000mJcm(s)-sodium carbonates was performed.

[0058] Thus, about the pattern film of each sample by which patterning was carried out, the existence of generating of the separation after development and the cross-section configuration by microscope observation, and the cross-section configuration after baking were evaluated. Furthermore, using the photosensitive paste C, the photosensitive paste film with a thickness of 8.5 micrometers was formed on the dielectric substrate, the microstrip resonator which performed exposure processing and a development, and baking processing through the

photo mask was formed, and the network analyzer estimated the transmission characteristic in the RF in 10GHz. In addition, unloaded Q was used as an index of a transmission characteristic.

[0059] <Example 4> photo-curing depth formed the photosensitive paste film with a thickness of 3.0 micrometers by the spin coater on the alumina substrate using the photosensitive paste D which is 2.5 micrometers. And through the photo mask, after carrying out exposure processing of the photosensitive paste film by irradiating two times, development according the beam of light of an ultrahigh pressure mercury lamp to the 0.5 % of the weight water solution of 2000mJcm(s)-sodium carbonates was performed.

[0060] Thus, about the pattern film of each sample by which patterning was carried out, the existence of generating of the separation after development and the cross-section configuration by microscope observation, and the cross-section configuration after baking were evaluated. Furthermore, using the photosensitive paste D, the photosensitive paste film with a thickness of 3.0 micrometers was formed on the dielectric substrate, the microstrip resonator which performed exposure processing and a development, and baking processing through the photo mask was formed, and the network analyzer estimated the transmission characteristic in the RF in 10GHz. In addition, unloaded Q was used as an index of a transmission characteristic.

[0061] <Example 5> photo-curing depth formed the photosensitive paste film with a thickness of 12.2 micrometers by screen-stencil on the alumina substrate using the photosensitive paste E which is 10.3 micrometers. And through the photo mask, after carrying out exposure processing of the photosensitive paste film by irradiating two times, development according the beam of light of an ultrahigh pressure mercury lamp to the 0.5 % of the weight water solution of 2000mJcm(s)-sodium carbonates was performed.

[0062] Thus, about the pattern film of each sample by which patterning was carried out, the existence of generating of the separation after development and the cross-section configuration by microscope observation, and the cross-section

configuration after baking were evaluated. Furthermore, using the photosensitive paste E, the photosensitive paste film with a thickness of 12.2 micrometers was formed on the dielectric substrate, the microstrip resonator which performed exposure processing and a development, and baking processing through the photo mask was formed, and the network analyzer estimated the transmission characteristic in the RF in 10GHz. In addition, unloaded Q was used as an index of a transmission characteristic.

[0063] <Example 6> photo-curing depth formed the photosensitive paste film with a thickness of 6.5 micrometers by screen-stencil on the alumina substrate using the photosensitive paste F which is 4.5 micrometers. And through the photo mask, after carrying out exposure processing of the photosensitive paste film by irradiating two times, development according the beam of light of an ultrahigh pressure mercury lamp to the 0.5 % of the weight water solution of 2000mJcm(s)-sodium carbonates was performed.

[0064] Thus, about the pattern film of each sample by which patterning was carried out, the existence of generating of the separation after development and the cross-section configuration by microscope observation, and the cross-section configuration after baking were evaluated. Furthermore, using the photosensitive paste F, the photosensitive paste film with a thickness of 6.5 micrometers was formed on the dielectric substrate, the microstrip resonator which performed exposure processing and a development, and baking processing through the photo mask was formed, and the network analyzer estimated the transmission characteristic in the RF in 10GHz. In addition, unloaded Q was used as an index of a transmission characteristic.

[0065] <Example 7> photo-curing depth formed the photosensitive paste film with a thickness of 35.0 micrometers by screen-stencil on the alumina substrate using the photosensitive paste G which is 40.5 micrometers. And through the photo mask, after carrying out exposure processing of the photosensitive paste film by irradiating two times, development according the beam of light of an ultrahigh pressure mercury lamp to the 0.5 % of the weight water solution of

2000mJcm(s)-sodium carbonates was performed.

[0066] Thus, about the pattern film of each sample by which patterning was carried out, the existence of generating of the separation after development and the cross-section configuration by microscope observation, and the cross-section configuration after baking were evaluated.

[0067] <Example 8> photo-curing depth formed the photosensitive paste film with a thickness of 36.5 micrometers by screen-stencil on the alumina substrate using the photosensitive paste H which is 39.8 micrometers. And through the photo mask, after carrying out exposure processing of the photosensitive paste film by irradiating two times, development according the beam of light of an ultrahigh pressure mercury lamp to the 0.5 % of the weight water solution of

2000mJcm(s)-sodium carbonates was performed.

[0068] Thus, about the pattern film of each sample by which patterning was carried out, the existence of generating of the separation after development and the cross-section configuration by microscope observation, and the cross-section configuration after baking were evaluated. Many properties of the sample of the examples 1-8 measured as mentioned above are shown in Table 1.

[0069]

[Table 1]

	実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4	実施例 5	実施例 6	実施例 7	実施例 8
感光性ペースト	A	B	C	D	E	F	G	H
導電性粉末	Ag	Ag	Ag	Ag	Ag-Pt	Cu	無し	無し
導電性粉末の 含有割合 (%)	75	70	71.1	71.1	63	80	0	0
導電性粉末の 平均粒径 (μm)	3.0	3.0	1.8	0.6	2.2	3.0	—	—
絶縁性無機粉 末	無し	ガラス	ガラス	ガラス	ガラス	無し	アルミナ	ガラス
絶縁性無機粉 末の含有割合 (%)	0	3.0	1.9	1.9	2	0	80	65
絶縁性無機粉 末の平均粒径 (μm)	—	3.0	3.0	3.0	3.0	—	2.5	3
光硬化深度(d) (μm)	7.8	9.0	7.3	2.5	10.3	4.5	40.5	39.8
d+m (μm)	10.8	12.0	9.1	3.1	12.2	7.5	43.0	42.8
感光性ペースト 膜の膜厚(t) (μm)	7.6	12.0	8.5	3.0	12.2	6.5	35.0	36.5
ハガレ	無し	無し	無し	無し	無し	無し	無し	無し
現像後断面形 状	矩形	矩形	矩形	矩形	矩形	矩形	矩形	矩形
焼成後断面形 状	矩形	矩形	矩形	矩形	矩形	矩形	矩形	矩形

[0070] As shown in Table 1, in each sample of the above-mentioned examples 1-8, generating of the separation of the photosensitive paste film after development was not accepted. Moreover, the cross-section configuration of the photosensitive paste film after development was a rectangle, and the cross-section configuration of the thick-film pattern after baking (electrode conductor) was also a rectangle. According to the invention in this application, the above-mentioned result shows that a cross-section configuration does not produce concentration of a current in a rectangle, but the thick-film pattern excellent in the transmission characteristic in a RF can be formed certainly.

[0071] For [production of the sample of the examples 1-8 of a comparison], and a comparison, on the same conditions as the above-mentioned examples 1-8, the sample (that is, thickness of the photosensitive paste film was made larger than photo-curing depth) (sample of the examples 1-8 of a comparison) which changed only the thickness of the photosensitive paste film was produced, and many of the properties were measured. In addition, the relation of the thickness of the photosensitive paste film of the sample of the examples 1-8 of a comparison and the thickness of the photosensitive paste film of the above-mentioned examples 1-8 is as follows.

[0072] Thickness of the photosensitive paste film of the <example 1 of comparison> example 1: Thickness of the photosensitive paste film of the example 1 of 7.6 micrometer comparison: Conditions besides 10.9 micrometers are the same as an example 1.

Thickness of the photosensitive paste film of the example 2 of a thickness:12.0micrometer comparison which is the photosensitive paste film of the <example [of a comparison] 2> example 2: Conditions besides 12.1 micrometers are the same as an example 2.

Thickness of the photosensitive paste film of the <example 3 of comparison> example 3: Thickness of the photosensitive paste film of the example 3 of 8.5 micrometer comparison: Conditions besides 10.8 micrometers are the same as an example 3.

Thickness of the photosensitive paste film of the <example 4 of comparison> example 4: Thickness of the photosensitive paste film of the example 4 of 3.0-micrometer comparison: Conditions besides 7.5 micrometers are the same as an example 4.

Thickness of the photosensitive paste film of the example 5 of a thickness:12.2micrometer comparison which is the photosensitive paste film of the <example [of a comparison] 5> example 5: Conditions besides 12.3 micrometers are the same as an example 5.

Thickness of the photosensitive paste film of the <example 6 of comparison>

example 6: Thickness of the photosensitive paste film of the example 6 of 6.5-micrometer comparison: Conditions besides 8.8 micrometers are the same as an example 6.

Thickness of the photosensitive paste film of the example 7 of a thickness:35.0micrometer comparison which is the photosensitive paste film of the <example [of a comparison] 7> example 7: Conditions besides 48.3 micrometers are the same as an example 7.

Thickness of the photosensitive paste film of the example 8 of a thickness:36.5micrometer comparison which is the photosensitive paste film of the <example [of a comparison] 8> example 8: Conditions besides 51.4 micrometers are the same as an example 8.

Many properties of the sample of the examples 1-8 of a comparison measured as mentioned above are shown in Table 2.

[0073]

[Table 2]

	比較例 1	比較例 2	比較例 3	比較例 4	比較例 5	比較例 6	比較例 7	比較例 8
感光性ペースト	A	B	C	D	E	F	G	H
導電性粉末	Ag	Ag	Ag	Ag	Ag-Pt	Cu	無し	無し
導電性粉末の 含有割合 (%)	75	70	71.1	71.1	63	80	0	0
導電性粉末の 平均粒径 (μm)	3.0	3.0	1.8	0.6	2.2	3.0	—	—
絶縁性無機粉 末	無し	ガラス	ガラス	ガラス	ガラス	無し	アルミナ	ガラス
絶縁性無機粉 末の含有割合 (%)	0	3.0	1.9	1.9	2	0	80	65
絶縁性無機粉 末の平均粒径 (μm)	—	3.0	3.0	3.0	3.0	—	2.5	3
光硬化深度(d) (μm)	7.8	9.0	7.3	2.5	10.3	4.5	40.5	39.8
d+m (μm)	10.8	12.0	9.1	3.1	12.2	7.5	43.0	42.8
感光性ペースト 膜の膜厚(t) (μm)	10.9	12.1	10.8	7.5	12.3	8.8	48.3	51.4
ハガレ	無し	一部有 (軽微)	一部有	一部有	無し	一部有	一部有	一部有
現像後断面形 状	逆台形 (軽微)	逆台形 (軽微)	逆台形	逆台形	逆台形 (軽微)	逆台形	逆台形	逆台形
焼成後断面形 状	逆台形 (軽微)	エッジ カール (軽微)	エッジ カール	エッジ カール	逆台形 (軽微)	エッジ カール	逆台形	逆台形

[0074] About the examples 3, 4, 6, 7, and 8 of a comparison, the thickness (t) of the photosensitive paste film From it being fairly larger than the value of the mean particle diameter (m) of photo-curing depth (d) and photo-curing (depth d) + inorganic powder While separation arises on the photosensitive paste film after development or the cross-section configuration of the photosensitive paste film after development turns into reverse trapezoidal shape The cross-section configuration of the thick-film pattern after baking (track) was also able to turn

into reverse trapezoidal shape, or the edge curl phenomenon arose, and the thick-film pattern excellent in the transmission characteristic in a RF was not able to be formed.

[0075] In the case of the examples 1, 2, and 5 only of a comparison which, on the other hand, enlarged thickness (t) of the photosensitive paste film slightly rather than the value of the mean particle diameter (m) of photo-curing (depth d) + inorganic powder, even if the separation of the photosensitive paste film after development was not accepted, either or it accepted, it was slight, and extent from which the cross-section configuration of the photosensitive paste film after development turns into reverse trapezoidal shape was also slight. Furthermore, the cross-section configuration of the thick-film pattern after baking (track) and extent which becomes reverse trapezoidal shape or an edge curl phenomenon produces were slight.

[0076] therefore, when a cross-section configuration tends to form the rectangular thick-film pattern of a high configuration precision Although it is desirable to make it the thickness (t) of the photosensitive paste film not exceed the value of the mean particle diameter (m) of photo-curing (depth d) + inorganic powder When the thick-film pattern which it is going to form does not need so high a configuration precision, that it is possible also turns out to set up some thickness of the photosensitive paste film more greatly rather than the value of the mean particle diameter (m) of photo-curing (depth d) + inorganic powder like the examples 2 and 5 of a comparison.

[0077] The RF transmission characteristic (value of the unloaded Q in 10GHz) of the track of the [RF transmission characteristic] examples 1, 2, 3, 4, 5, and 6 and the examples 1, 2, 3, 4, 5, and 6 of a comparison is shown in drawing 1 .

Drawing 1 shows that the track of examples 1-6 has the value of unloaded Q larger than the track of the examples 1-6 of a comparison, and it is excellent in a RF transmission characteristic.

[0078] In addition, it is not limited to the above-mentioned operation gestalt and an example, and the invention in this application can add various application and

deformation within the limits of the summary of invention.

[0079]

[Effect of the Invention] As mentioned above, the formation approach of the thick-film pattern of the invention in this application (claim 1) Since the photo-curing depth (d) of a photosensitive paste is measured and he is trying to define the thickness (t) of the photosensitive paste film in consideration of this photo-curing depth (d) beforehand It becomes possible to form efficiently the thick-film pattern which has a desired cross-section configuration, and adhesion with the object (usually substrate) in which a thick-film pattern is formed is good, and it becomes possible to form efficiently a thick-film pattern with a high configuration precision.

[0080] Moreover, when a photosensitive paste is applied like the formation approach of the thick-film pattern of claim 2 so that the conditions of formula: $t \leq d$ may be fulfilled, namely, the thickness (t) of the photosensitive paste film is made to be made smaller than photo-curing depth (d), an EQC, or it, the photosensitive paste film is certainly stiffened covering the whole thickness direction, and it becomes possible to make it not dissolve at the time of development. Therefore, it becomes possible to form certainly the thick-film pattern which has a desired cross-section configuration, and adhesion with the object (usually substrate) in which a thick-film pattern is formed is good, and it enables a cross-section configuration to form a rectangular thick-film pattern efficiently.

[0081] Furthermore, since the edge curl generated when a cross-section configuration maintains a rectangle also when it calcinates, and the thick-film pattern of reverse trapezoidal shape is calcinated does not produce this thick-film pattern, it prevents that the sharp part which concentration of a current tends to produce is formed in an electrode surface, it becomes possible to control concentration of a current, and it becomes possible to raise the transmission characteristic in a RF.

[0082] Moreover, also when mean particle diameter of the inorganic powder under photosensitive paste is set to (m) and the thickness (t) of the photosensitive paste film fulfills the conditions of formula: $t \leq d + m$ like the

formation approach of the thick-film pattern of claim 3, the photosensitive paste film can be stiffened still more certainly covering the whole thickness direction. Therefore, it becomes possible to form certainly the thick-film pattern which has a desired cross-section configuration, and it is the fitness of adhesion with the object (usually substrate) in which a thick-film pattern is formed, and the thick-film pattern excellent in configuration precision can be formed efficiently.

[0083] Moreover, the formation approach of the thick-film pattern of the invention in this application is suitable for forming a thick-film pattern with a high configuration precision, and it is possible for a cross-section configuration to form a rectangular thick-film pattern certainly. Therefore, according to the formation approach of the thick-film pattern of claim 4, the cross-section configuration where are the fitness of adhesion with the object (usually substrate) formed, and the RF transmission characteristic was excellent is enabled to form a rectangular thick-film pattern efficiently, and it is especially significant.

[0084] Moreover, it enables a cross-section configuration to be used in a mode with which, as for the photosensitive paste of the invention in this application (claim 5), the thickness (t) of photo-curing depth (d) and the photosensitive paste film and the mean particle diameter (m) of inorganic powder fill the conditions of formula: $t \leq d + m$, and to form a rectangular thick-film pattern certainly, since the photosensitive paste film applied and formed can be certainly stiffened covering the whole thickness direction. Therefore, the cross-section configuration where are the fitness of adhesion with the object (usually substrate) in which a thick-film pattern is formed, and the RF transmission characteristic was excellent can form a rectangular thick-film pattern efficiently by using the photosensitive paste of the invention in this application.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is drawing showing the RF transmission characteristic (value of the unloaded Q in 10GHz) of the track concerning an example and the example of a comparison.

[Translation done.]

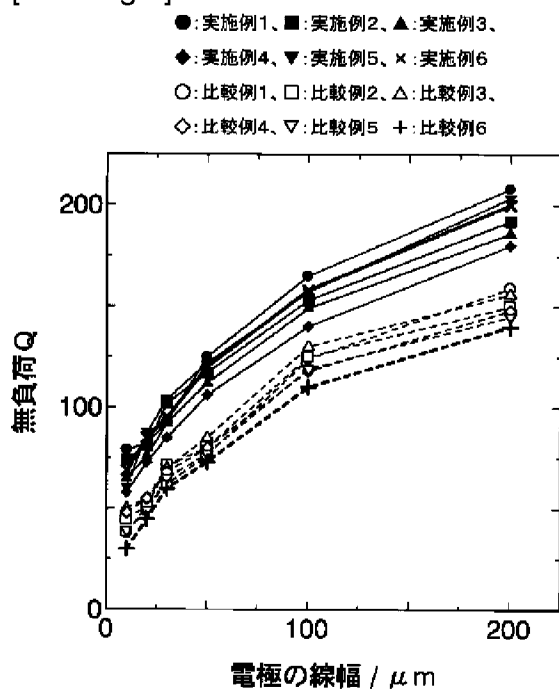
* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

[Drawing 1]



[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2002-82449
(P2002-82449A)

(43)公開日 平成14年3月22日(2002.3.22)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ト*(参考)
G 0 3 F 7/38	5 0 1	G 0 3 F 7/38	5 0 1 2 H 0 2 5
	5 1 1	7/004	5 1 1 2 H 0 9 6
		7/16	5 E 3 3 9
	5 0 1	7/26	5 0 1
H 0 5 K 3/02		H 0 5 K 3/02	B

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 13 頁)

(21)出願番号 特願2001-142092(P2001-142092)

(22)出願日 平成13年5月11日(2001.5.11)

(31)優先権主張番号 特願2000-198070(P2000-198070)

(32)優先日 平成12年6月30日(2000.6.30)

(33)優先権主張国 日本(J P)

(71)出願人 000006231
株式会社村田製作所
京都府長岡京市天神二丁目26番10号

(72)発明者 砥綿 修一
京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式
会社村田製作所内

(74)代理人 100092071
弁理士 西澤 均

Fターム(参考) 2H025 AA01 AA03 AA19 AB15 AB17
AC01 AD01 BJ10 CC09 FA17
2H096 AA27 BA01 CA20 DA10 EA02
GA08
5E339 AB06 BB02 BD07 BE05 BE13
DD02

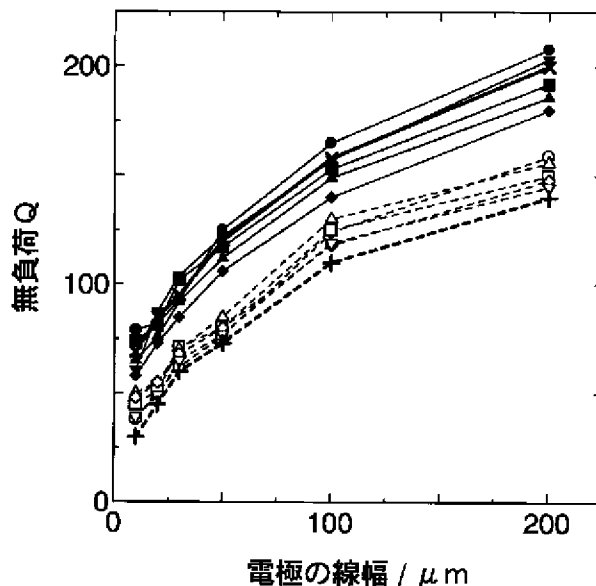
(54)【発明の名称】 厚膜パターンの形成方法及びそれに用いられる感光性ペースト

(57)【要約】

【課題】 導電性粉末の含有割合が高く、光透過率の低い感光性ペーストを用いる場合にも、容易にパターン形成を行うことが可能で、しかも、断面形状が矩形で、高周波伝送特性の優れた厚膜パターンの形成方法及びそれに用いられる感光性ペーストを提供する。

【解決手段】 予め、感光性ペーストの光硬化深度(d)を測定しておき、光硬化深度(d)を考慮して感光性ペーストを塗布し、所定の膜厚(t)の感光性ペースト膜を形成した後、露光処理を行い、露光処理が行われた感光性ペースト膜を現像して、所定形状の厚膜パターンを形成する。また、感光性ペーストの光硬化深度(d)、感光性ペースト膜の膜厚(t)の関係が、式： $t \leq d$ の条件を満たすように感光性ペーストを塗布する。

●:実施例1、■:実施例2、▲:実施例3、
◆:実施例4、▼:実施例5、×:実施例6
○:比較例1、□:比較例2、△:比較例3、
◇:比較例4、▽:比較例5、+:比較例6



【特許請求の範囲】

【請求項1】(a)感光性ペーストの光硬化深度(d)を予め測定する工程と、

(b)光硬化深度(d)を考慮して感光性ペーストを塗布し、所定の膜厚(t)の感光性ペースト膜を形成する工程と、

(c)前記感光性ペースト膜に露光処理を行う工程と、

(d)露光処理が行われた前記感光性ペースト膜を現像して、所定形状の厚膜パターンを形成する工程とを具備することを特徴とする厚膜パターンの形成方法。

【請求項2】前記感光性ペーストの光硬化深度(d)、前記感光性ペースト膜の膜厚(t)の関係が、下記の式：

$$t \leq d$$

の条件を満たすように前記感光性ペーストを塗布することを特徴とする請求項1記載の厚膜パターンの形成方法。

【請求項3】感光性ペースト中の無機粉末の平均粒径を(m)とした場合に、前記感光性ペースト膜の膜厚(t)が、下記の式：

$$t \leq d + m \quad (\text{ただし、} d \text{ は感光性ペーストの光硬化深度})$$

の条件を満たすように前記感光性ペーストを塗布することを特徴とする請求項1記載の厚膜パターンの形成方法。

【請求項4】長手方向に直交する方向の断面形状が略矩形である厚膜パターンを形成するものであることを特徴とする請求項2又は3記載の厚膜パターンの形成方法。

【請求項5】長手方向と直交する方向の断面形状が略矩形の厚膜パターンを形成するのに用いられる、平均粒径(m)の無機粉末を含有する感光性ペーストであって、光硬化深度(d)、感光性ペースト膜の膜厚(t)、無機粉末の平均粒径(m)が、下記の式：

$$t \leq d + m$$

の条件を満たすような態様で用いられるものであることを特徴とする感光性ペースト。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本願発明は、厚膜パターンの形成方法及び厚膜パターンの形成に用いられる感光性ペーストに関する。

【0002】

【従来の技術】高周波電子機器の高密度化や高速信号化に伴い、これらの電子機器が備える高周波回路を構成する配線導体は、微細であって、膜厚が大きく、しかも、断面形状が矩形であることが求められている。ところで、従来、基板上に配線を与える厚膜導体膜を形成するにあたっては、有機バインダーに導体粉末を混合した導電性ペーストを用い、これをスクリーン印刷法により、基板上に所望のパターンとなるように付与し、その後、焼成して、有機バインダーを除去するとともに、導電成

分を焼結させることが行なわれている。

【0003】しかし、スクリーン印刷法では、パターン版精度が必ずしも十分ではなく、例えば100 μ m以下の微細なパターンを形成することは困難である。そこでスクリーン印刷では得ることの困難である微細パターンを得る方法として、特開昭54-121967号公報、特開昭54-13591号公報、特開昭59-143149号公報に記載されているように、感光性樹脂組成物に導電性粉末を混合した感光性ペーストを用い、これにフォトリソグラフィ技術を適用して、微細パターンの導体膜を基板上に形成する方法が提案されている。

【0004】このような感光性ペーストを構成する感光性樹脂組成物としては、公知の光重合性化合物や光変性化合物などを用いることが可能で、例えば、

(1)不飽和基などの反応性官能基を有するモノマー又はオリゴマーと芳香族カルボニル化合物などの光重合開始剤との混合物、

(2)芳香族ビスアジドとホルムアルデヒドとの縮合体などのいわゆるジアゾ樹脂、

(3)エポキシ化合物などの付加重合性化合物とジアリルヨウドニウム塩などの光酸発生剤との混合物、

(4)ナフトキノンジアジド系化合物

などを用いることができる。これらうち、特に好ましいのは、(1)の不飽和基などの反応性官能基を有するモノマーと芳香族カルボニル化合物などの光ラジカル発生剤との混合物である。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところで、電気伝導性の高い導体層を得ようとする、焼成時の体積収縮に伴う断線や亀裂発生などの欠陥を防ぐことが必要で、そのためには、感光性樹脂組成物と混合する導電性粉末の含有割合を高くすることが必要になる。しかし、導電性粉末の含有割合が高くなると感光性ペースト内での光の透過率が低くなって、感光性樹脂組成物の硬化によるペースト内部の硬化が不十分になり、パターン形成が困難になったり、あるいはパターン形成を行うことができたとしても、断面形状が逆台形状や、いわゆるエッジカール形状のパターンになって、高周波での伝送特性が著しく低下したりするという問題がある。

【0006】上記問題は、無機粉末として導電性粉末を含む感光性ペーストについてのみ当てはまるものではなく、無機粉末として絶縁性粉末を含む感光性ペーストについても当てはまるものである。

【0007】本願発明は、上記問題点を解決するものであり、導電性粉末の含有割合が高く、光透過率が低い感光性ペーストを用いる場合にも、容易にパターン形成を行うことが可能で、しかも、断面形状が矩形で、高周波伝送特性の優れた厚膜パターンを形成することが可能な厚膜パターンの形成方法及びそれに用いられる感光性ペーストを提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】本願の発明者は、上記課題を解決するために、鋭意研究を重ねた結果、予め感光性ペースト膜の光硬化深度を測定しておき、この光硬化深度を考慮して、感光性ペースト膜の膜厚を設定することにより、断面形状が矩形で、高周波伝送特性に優れた厚膜パターンが得られることを知り、さらに、実験、検討を行って、この発明を完成するに至った。

【0009】すなわち、本願発明（請求項1）の厚膜パターンの形成方法は、(a)感光性ペーストの光硬化深度(d)を予め測定する工程と、(b)光硬化深度(d)を考慮して感光性ペーストを塗布し、所定の膜厚(t)の感光性ペースト膜を形成する工程と、(c)前記感光性ペースト膜に露光処理を行う工程と、(d)露光処理が行われた前記感光性ペースト膜を現像して、所定形状の厚膜パターンを形成する工程とを具備することを特徴としている。

【0010】感光性ペーストの光硬化深度(d)と、感光性ペースト膜の膜厚(t)から、形成される厚膜パターンの形状（断面形状）をある程度予測することができるので、予め、感光性ペーストの光硬化深度(d)を測定しておき、この光硬化深度(d)を考慮して感光性ペースト膜の膜厚(t)を定めることにより、所望の断面形状を有する厚膜パターンを効率よく形成することが可能になり、厚膜パターンが形成される対象（通常は基板）との密着性が良好で、形状精度の高い厚膜パターンを形成することが可能になる。

【0011】なお、光硬化深度よりも感光性ペースト膜の膜厚の方がいくらか大きい程度の場合、形成される厚膜パターンの断面形状がいくらか逆台形状になる傾向があるが、形成しようとする厚膜パターンがそれほど高い形状精度を必要としない場合には、感光性ペースト膜の膜厚として、そのような膜厚（光硬化深度よりもいくらか大きい膜厚）を採用することも可能である。

【0012】なお、本願発明において、感光性ペーストとは、無機粉末と感光性樹脂成分を含むペーストを意味するものであり、必要に応じて、溶剤、重合禁止剤などの保存安定剤、酸化防止剤、染料、顔料、消泡剤、界面活性剤などを適宜、添加することも可能である。なお、感光性ペーストの種類や組成には特に制約はなく、本願発明の本来の効果を奏する限りにおいて、種々の組成の感光性ペーストを用いることが可能である。

【0013】また、本願発明において、感光性ペースト膜とは、感光性ペーストをスクリーン印刷やスピコートなどの公知の技術を用いて、セラミック基板やPETフィルムなどの基体などに塗布し、乾燥した状態の膜を意味する概念であり、感光性ペースト膜の膜厚とは、該膜の厚みを意味する概念である。

【0014】また、感光性ペースト膜の光硬化深度(d)とは、「照射した光、例えば紫外光などがペースト膜中を進行し、樹脂の硬化に消費されたり、樹脂成分に吸収

されたりして減衰し、樹脂の硬化に最小限必要なエネルギーを下回るまでのペースト膜表面からの深さ」を意味する概念である。

【0015】なお、この光硬化深度の評価（測定）方法としては、例えば、次のような方法が例示される。

①まず、スクリーン印刷法により、感光性ペースト膜を基板上に形成する。

②それから、エネルギー量を一定に調整しておいた光（例えば紫外光など）を照射して露光を行う。

③その後、炭酸ナトリウムなどの希薄水溶液を用いて現像を行い、未硬化部分を除去して硬化膜の膜厚を計測し、該膜厚を光硬化深度(d)とする。

なお、膜厚は、光学顕微鏡、電子顕微鏡、レーザー顕微鏡などの公知の方法により測定することができる。

【0016】また、請求項2の厚膜パターンの形成方法は、前記感光性ペーストの光硬化深度(d)、前記感光性ペースト膜の膜厚(t)の関係が、下記の式：

$$t \leq d$$

の条件を満たすように前記感光性ペーストを塗布することを特徴としている。

【0017】感光性ペーストを上記の式： $t \leq d$ の条件を満たすように塗布する、すなわち、感光性ペースト膜の膜厚(t)を、光硬化深度(d)と同等、あるいはそれより小さくすることにより、厚み方向の全体にわたって感光性ペースト膜を確実に硬化させ、現像時に溶解しないようにすることが可能になる。したがって、所望の断面形状を有する厚膜パターンを確実に形成することが可能になり、厚膜パターンが形成される対象（通常は基板）との密着性が良好で、断面形状が矩形の厚膜パターンを効率よく形成することが可能になる。また、この厚膜パターンは、焼成した場合も、断面形状が矩形を保ち、逆台形状の厚膜パターンを焼成した場合に発生するエッジカールが生じることがない。したがって、電極表面に、電流の集中が生じやすい尖った部分が形成されることを防止して、電流の集中を抑制することが可能になり、高周波での伝送特性を向上させることが可能になる。

【0018】すなわち、光硬化深度よりもペースト膜厚が大きいと、現像時に生じるアンダーカットの発生の程度が大きくなり、断面形状が逆台形状になる傾向が生じる。したがって、形成しようとする厚膜パターンが高い形状精度を必要としない場合には、感光性ペースト膜の膜厚を光硬化深度よりもいくらか大きめに設定することが可能であるが、断面形状が矩形の、高い形状精度の厚膜パターンを形成しようとする場合には、感光性ペースト膜の膜厚(t)が光硬化深度(d)を超えないようにすることが必要になる。

【0019】また、請求項3の厚膜パターンの形成方法は、感光性ペースト中の無機粉末の平均粒径を(m)とした場合に、前記感光性ペースト膜の膜厚(t)が、下記の式：

$t \leq d + m$ (ただし、 d は感光性ペーストの光硬化深度)

の条件を満たすように前記感光性ペーストを塗布することを特徴としている。

【0020】無機粉末の含有割合が高くなると、感光性ペースト膜の表面に無機粉末が存在している確率が高くなるため、感光性ペースト中の無機粉末の平均粒径を(m)とした場合に、感光性ペースト膜の膜厚(t)が、上記の式： $t \leq d + m$ の条件を満たすようにした場合にも、実質的に厚み方向の全体にわたって感光性ペースト膜を硬化させることが可能になる。したがって、所望の断面形状を有する厚膜パターンを確実に形成することが可能になり、厚膜パターンが形成される対象(通常は基板)との密着性の良好で、形状精度に優れた厚膜パターンを効率よく形成することが可能になる。

【0021】なお、この請求項3の厚膜パターンの形成方法によれば、例えば、導電性粉末などの無機粉末の含有割合が高く、内部での光の透過率が低い場合にも、確実に厚膜パターンを形成することが可能になり、断面形状が矩形で、高周波伝送特性の優れたパターンを得ることができる。なお、上記無機粉末の平均粒径(m)は、無機粉末を2種以上用いる場合においては、最も多く含まれている無機粉末の平均粒径を意味する概念である。

【0022】また、請求項4の厚膜パターンの形成方法は、長手方向に直交する方向の断面形状が略矩形である厚膜パターンを形成するものであることを特徴としている。

【0023】本願発明の厚膜パターンの形成方法は、形状精度の高い厚膜パターンを形成するのに適しており、断面形状が矩形の厚膜パターンを確実に形成することができる。したがって、本願発明によれば、基板などとの密着性が良好で、高周波伝送特性の優れた、断面形状が矩形の厚膜パターンを効率よく形成することが可能になる。

【0024】また、本願発明(請求項5)の感光性ペーストは、長手方向と直交する方向の断面形状が略矩形の厚膜パターンを形成するのに用いられる、平均粒径(m)の無機粉末を含有する感光性ペーストであって、光硬化深度(d)、感光性ペースト膜の膜厚(t)、無機粉末の平均粒径(m)が、下記の式：

$$t \leq d + m$$

の条件を満たすような態様で用いられるものであることを特徴としている。

【0025】本願発明の感光性ペーストは、光硬化深度(d)、感光性ペースト膜の膜厚(t)、無機粉末の平均粒径(m)が、上記の式： $t \leq d + m$ の条件を満たすような態様で用いられるものであり、塗布、形成された感光性ペースト膜が、露光により厚み方向の全体にわたって確実に硬化するため、断面形状が矩形の厚膜パターンを確実に形成することが可能になる。したがって、本願発明

の感光性ペーストを用いることにより、厚膜パターンが形成される対象(通常は基板)との密着性の良好で、高周波伝送特性の優れた、断面形状が矩形の厚膜パターンを効率よく形成することが可能になり、有意義である。

【0026】

【発明の実施の形態】本願発明の厚膜パターンの形成方法は、例えば、フォトリソグラフィ技術を用いて、基板上に微細なパターンを有する膜を形成する場合などに有利に用いられる。より具体的には、本願発明の厚膜パターンの形成方法によれば、まず、感光性ペーストが、スクリーン印刷、スピンコート、ドクターブレードなどの公知の膜形成方法によって、基板などの上に付与され、乾燥されることにより、感光性ペースト膜が形成される。次いで、所望のパターンを有するマスクを通して、感光性ペースト膜が露光され、炭酸ナトリウム水溶液などの現像液によって現像されることにより、所望のパターンを有する厚膜パターンが形成される。そして、この厚膜パターンが、焼成されることにより、導体(電極)として機能する厚膜パターン(厚膜導体)が基板などの上に形成される。

【0027】なお、本願発明において用いられる感光性ペーストを構成する感光性樹脂成分(感光性有機成分)とは、光重合性化合物、もしくは光変性化合物のことであって、例えば、(1)不飽和基などの反応性官能基を有するモノマーやオリゴマーと芳香族カルボニル化合物などの光重合開始剤の混合物、(2)芳香族ビスアジドとホルムアルデヒドとの縮合体などのいわゆるジアゾ樹脂、(3)エポキシ化合物などの付加重合性化合物とジアリルヨウドニウム塩などの光酸発生剤との混合物、(4)ナフトキノンジアジド系化合物などが例示される。これらのうち、特に好ましいのは、(1)の不飽和基などの反応性官能基を有するモノマーと芳香族カルボニル化合物などの光重合開始剤の混合物である。

【0028】前記反応性官能基含有モノマー・オリゴマーとしては、ヘキサンジオールトリアクリレート、トリプロピレングリコールトリアクリレート、トリメチロールプロパントリアクリレート、ステアリルアクリレート、テトラヒドロフルフリルアクリレート、ラウリルアクリレート、2-フェノキシエチルアクリレート、イソデシルアクリレート、イソオクチルアクリレート、トリデシルアクリレート、カプロラクトンアクリレート、エトキシ化ノニルフェノールアクリレート、1, 3-ブタンジオールジアクリレート、1, 4-ブタンジオールジアクリレート、ジエチレングリコールジアクリレート、テトラエチレングリコールジアクリレート、トリエチレングリコールジアクリレート、エトキシ化ビスフェノールAジアクリレート、プロポキシ化ネオペンチルグリコールジアクリレート、トリス(2-ヒドロキシエチル)イソシアヌレートトリアクリレート、エトキシ化トリメチロールプロパントリアクリレート、ペンタエリスリト

ールトリアクリレート、プロボキシ化トリメチロールプロパントリアクリレート、プロボキシ化グリセリルトリアクリレート、ペンタエリスリトールテトラアクリレート、ジトリメチロールプロパンテトラアクリレート、ジペンタエリスリトールヒドロキシペンタアクリレート、エトキシ化ペンタエリスリトールテトラアクリレート、テトラヒドロフルフリルメタクリレート、シクロヘキシルメタクリレート、イソデシルメタクリレート、ラウリルメタクリレート、トリエチレングリコールジメタクリレート、エチレングリコールジメタクリレート、テトラエチレングリコールジメタクリレート、1, 4-ブタンジオールジメタクリレート、ジエチレングリコールジメタクリレート、1, 9-ノナンジオールジアクリレート、1, 6-ヘキサジオールジメタクリレート、ネオペンチルグリコールジメタクリレート、1, 3-ブチレングリコールジメタクリレート、エトキシ化ビスフェノールAジメタクリレート、トリメチロールプロパントリアクリレート、エトキシ化イソシアヌル酸ジアクリレート、エトキシ化パラキシルフェノールアクリレート、エチルヘキシルカルビトールアクリレート、N-ビニル-2-ピロリドン、イソボルニルアクリレート、ポリプロピレングリコールジアクリレート、ポリエチレングリコールジアクリレート、ジペンタエリスリトールペンタアクリレート、ジペンタエリスリトールヘキサアクリレートなどが例示される。

【0029】また、本願発明において好適に用いることの可能な光重合開始剤としては、ベンジル、ベンゾインエチルエーテル、ベンゾインイソブチルエーテル、ベンゾインイソプロピルエーテル、ベンゾフェノン、ベンゾイル安息香酸、ベンゾイル安息香酸メチル、4-ベンゾイル-4'-メチルジフェニルサルファイド、ベンジルジメチルケタール、2-n-ブトキシ-4-ジメチルアミノベンゾエート、2-クロロチオキサントン、2, 4-ジエチルチオキサントン、2, 4-ジイソプロピルチオキサントン、イソプロピルチオキサントン、2-ジメチルアミノエチルベンゾエート、p-ジメチルアミノ安息香酸エチル、p-ジメチルアミノ安息香酸イソアミル、3, 3'-ジメチル-4-メトキシベンゾフェノン、2, 4-ジメチルチオキサントン、1-(4-ドデシルフェニル)-2-ヒドロキシ-2-メチルプロパン-1-オン、2, 2-ジメトキシ-1, 2-ジフェニルエタン-1-オン、ヒドロキシシクロヘキシルフェニルケトン、2-ヒドロキシ-2-メチル-1-フェニルプロパン-1-オン、1-[4-(2-ヒドロキシエトキシ)-フェニル]-2-ヒドロキシ-2-メチル-1-プロパン-1-オン、2-メチル-1-[4-(メチルチオ)フェニル]-2-モルフォリノプロパン-1-オン、メチルベンゾイルフォルメート、1-フェニル-1, 2-プロパンジオン-2-(α -エトキシカルボニル)オキシム、2-ベンジル-2-ジメチルアミノ-1

-(4-モルフォリノフェニル)-1-ブタノン、ビス(2, 6-ジメトキシベンゾイル)-2, 4, 4-トリメチルペンチルフォスフィンオキサイド、ビス(2, 4, 6-トリメチルベンゾイル)フェニルフォスフィンオキサイド、ビス(2, 4, 6-トリメチルベンゾイル)-2, 4, 4-トリメチルペンチルフォスフィンオキシド、ビス(2, 6-ジクロルベンゾイル)-2, 4, 4-トリメチルペンチルフォスフィンオキシド、1-(4-イソプロピルフェニル)-2-ヒドロキシ-2-メチルプロパン-1-オン、1, 2-ジフェニルエタンジオン、メチルフェニルグリオキシレートなどが例示される。なお、これらの光重合開始剤は単独で又は2種以上を同時に用いることが可能である。

【0030】本願発明の光重合開始剤の添加量は、感光性ペースト100重量%に対して0.1~5重量%添加することが望ましい。これは、光重合開始剤の添加量が0.1重量%未満であると、光による硬化が不十分となり、好ましくないこと、また、5重量%を超えて添加しても硬化性の向上がほとんど認められないことによる。

【0031】また、上記感光性有機成分が添加された感光性ペーストのうち、特に好ましいものは、側鎖にカルボキシル基を有するアクリル系共重合体を含むものであって、このアクリル系共重合体は、不飽和カルボン酸とエチレン性不飽和化合物を共重合させることにより製造することができる。不飽和カルボン酸としては、アクリル酸、メタクリル酸、マレイン酸、フマル酸、ビニル酢酸、及びこれらの無水物などがあげられる。一方、エチレン性不飽和化合物としては、アクリル酸メチル、アクリル酸エチルなどのアクリル酸エステル、メタクリル酸メチル、メタクリル酸エチルなどのメタクリル酸エステル、フマル酸モノエチルなどのフマル酸エステルなどがあげられる。また、これらの化合物を共重合させて得られた共重合体に酸化処理を施すなどして、不飽和結合を導入してもよい。

【0032】また、感光性ペーストにおいて、無機粉末として導電性粉末が用いられる場合、導電性粉末としては、Ag粉末、Au粉末、Pt粉末、Pd粉末、Cu粉末、Ni粉末、W粉末、Al粉末、Mo粉末などの1種又は2種以上を使用することが可能である。また、合金化された粉末を用いることも可能である。これら導電性粉末としては、球状、板状、塊状、棒状、針状などの種々の形状のものを使用することが可能であるが、凝集がなく分散性が良好な導電性粉末を用いることが好ましく、その平均粒径が0.05~10 μ mのものが好ましい。より好ましくは平均粒径が0.5~5 μ mのものである。これは、導電性粉末の平均粒子径が0.05 μ m未満の場合、粒子の凝集力が大きく、分散性の良好な感光性導電ペーストを得ることができず、また、導電性粉末の平均粒径が10 μ mを超えると微細な配線パターンを得ることができないことによる。

【0033】また、本願発明の感光性ペーストにおいて、導電性粉末の含有割合は60～90重量%の範囲が好ましく、より好ましいのは65～85重量%の範囲である。これは、導電性粉末の含有割合が60重量%未満の場合、焼成時の収縮により、断線や亀裂が生じ、所望のパターンを得ることができず、また、導電性粉末の含有割合が90重量%を超えると感光性樹脂成分の量が不足し、十分な硬化が得られないことによる。

【0034】また、感光性ペーストにおいて、無機粉末として絶縁性粉末が用いられる場合、絶縁性粉末としては、ガラス粉末及び／又はセラミック粉末を有利に用いることができる。ガラス粉末としては、ほう珪酸系ガラス粉末などの公知のガラス粉末を使用することが可能で、セラミック粉末としては、結晶化ガラス、ガラス複合系、非ガラス系の公知のセラミック粉末を用いることが可能である。

【0035】より具体的には、ガラス粉末としては、 $\text{SiO}_2 - \text{PbO}$ 系、 $\text{SiO}_2 - \text{ZnO}$ 系、 $\text{SiO}_2 - \text{Bi}_2\text{O}_3$ 系、 $\text{SiO}_2 - \text{K}_2\text{O}$ 系、 $\text{SiO}_2 - \text{Na}_2\text{O}$ 系、 $\text{SiO}_2 - \text{PbO} - \text{B}_2\text{O}_3$ 系、 $\text{SiO}_2 - \text{ZnO} - \text{B}_2\text{O}_3$ 系、 $\text{SiO}_2 - \text{Bi}_2\text{O}_3 - \text{B}_2\text{O}_3$ 系、 $\text{SiO}_2 - \text{K}_2\text{O} - \text{B}_2\text{O}_3$ 系、 $\text{SiO}_2 - \text{Na}_2\text{O} - \text{B}_2\text{O}_3$ 系などのガラス粉末を用いることが可能である。

【0036】また、セラミック粉末としては、例えばAl、Ag、Cu、Ni、Ti、Ba、Pb、Zr、Mn、Cr、Sr、Fe、Y、Nb、La、Si、Zn及びRuからなる群より選ばれる少なくとも1種の金属の酸化物、硼化物、窒化物、珪化物などを用いることが可能である。

【0037】これらの絶縁性粉末（無機粉末）としては、前述した導電性粉末の場合と同様、球状、板状、塊状、棒状、針状などの種々の形状のものをを用いることが可能であるが、凝集がなく、分散性が良好であることが好ましく、そのためには、平均粒径が0.1～10 μm の範囲にあるものをを用いることが好ましい。

【0038】また、感光性ペーストが、前述したようなガラス粉末を含み、絶縁体を形成するためのペーストとして用いられる場合、ガラス粉末の含有割合は、40～80重量%の範囲が好ましい。これは、ガラス粉末の含有割合が40重量%未満であると、焼成後の絶縁体膜の絶縁性の低下を引き起こし不良となりやすく、また、ガラス粉末の含有割合が80重量%を超えると、ガラス粉末による光の散乱により微細なパターンを得ることが困難になることによる。

【0039】また、感光性ペーストが、前述したような導電性粉末を含み、導体を形成するためのペーストとして用いられるものであって、このような導体用感光性ペ

ーストにさらに絶縁性粉末が添加される場合、このような絶縁性粉末の含有割合は0.1～10重量%の範囲とすることが好ましい。これは、絶縁性粉末の含有割合が0.1重量%未満の場合、基板との接合性が不十分で、良好なパターンを得ることが困難であり、また、絶縁性粉末の含有割合が10重量%を超えると、焼成後のパターンの導電性の低下やはんだ付け性の低下を招くことによる。

【0040】また、感光性ペースト膜の光硬化深度は、感光性ペーストの組成を適宜調整することにより変更することができる。感光性ペースト膜の厚さは光硬化深度と同等もしくは、光硬化深度よりも小さくすることが好ましい。また、より具体的には、下記の式の条件を満たすような態様で感光性ペースト膜を形成することが好ましい。

$$t \leq d + m$$

（感光性ペースト膜の膜厚：t、光硬化深度：d、無機粉末の平均粒径：m）上記の式の条件を満たしている場合、現像後の断面形状が矩形で、焼成後の断面形状も矩形の厚膜パターンを確実に形成することができる。

【0041】

【実施例】以下、本願発明の実施例を比較例とともに示して、その特徴とするところをさらに詳しく説明する。

【0042】なお、この実施例及び比較例においては、無機粉末として、所定の平均粒径を有する、Ag粉末、AgPt粉末、Cu粉末、 $\text{SiO}_2 - \text{B}_2\text{O}_3 - \text{Bi}_2\text{O}_3$ 系ガラス粉末、 $\text{SiO}_2 - \text{PbO} - \text{B}_2\text{O}_3$ 系ガラス粉末及び Al_2O_3 （アルミナ）粉末を適宜用いた。

【0043】また、実施例及び比較例において、感光性樹脂成分を構成するアクリル系共重合体としては、メタクリル酸メチル-メタクリル酸共重合体を用い、同じく光ラジカル重合性モノマーとしては、エトキシ化トリメチロールプロパントリアクリレートを用い、光重合開始剤としては、2-メチル-1-[4-(メチルチオ)フェニル]-2-モルフォリノプロパン-1-オン、2,4-ジエチルチオキサントン、2-ベンジル-2-ジメチルアミノ-1-(4-モルフォリノフェニル)-1-ブタノンを用いた。

【0044】〔感光性ペースト（A～H）の作製〕上記の無機粉末、アクリル系共重合体、光ラジカル重合性モノマー、光重合開始剤を、有機溶剤とともに、以下ののような各組成比率で十分に混合した後、3本ロールを用いて混練することにより、以下の感光性ペーストA～Hを作製した。各感光性ペーストの光硬化深度及び組成は以下の通りである。

【0045】

<感光性ペーストA（光硬化深度：7.8 μm ）>

- ・Ag粉末（平均粒径：3.0 μm ）……………75.0重量%
- ・メタクリル酸メチル-メタクリル酸共重合体……………4.5重量%

- ・エトキシ化トリメチロールプロパントリアクリレート……5.2重量%
- ・2-メチル-1-[4-(メチルチオ)フェニル]-2-モルフォリノプロパン-1-オン……1.0重量%
- ・2,4-ジエチルチオキサントン……0.26重量%
- ・2-ベンジル-2-ジメチルアミノ-1-(4-モルフォリノフェニル)-1-ブタノン……0.14重量%
- ・エチルカルビトールアセテート……13.9重量%

【0046】

<感光性ペーストB(光硬化深度:9.0 μ m)>

- ・Ag粉末(平均粒径:3.0 μ m)……70.0重量%
- ・SiO₂-B₂O₃-Bi₂O₃系ガラス粉末……3.0重量%(平均粒径:3.0 μ m)
- ・メタクリル酸メチル-メタクリル酸共重合体……6.0重量%
- ・エトキシ化トリメチロールプロパントリアクリレート……5.8重量%
- ・2-メチル-1-[4-(メチルチオ)フェニル]-2-モルフォリノプロパン-1-オン……0.6重量%
- ・2,4-ジエチルチオキサントン……0.2重量%
- ・2-ベンジル-2-ジメチルアミノ-1-(4-モルフォリノフェニル)-1-ブタノン……0.8重量%
- ・エチルカルビトールアセテート……13.6重量%

【0047】

<感光性ペーストC(光硬化深度:7.3 μ m)>

- ・Ag粉末(平均粒径:1.8 μ m)……71.1重量%
- ・SiO₂-B₂O₃-Bi₂O₃系ガラス粉末……1.9重量%(平均粒径:3.0 μ m)
- ・メタクリル酸メチル-メタクリル酸共重合体……6.0重量%
- ・エトキシ化トリメチロールプロパントリアクリレート……5.8重量%
- ・2-メチル-1-[4-(メチルチオ)フェニル]-2-モルフォリノプロパン-1-オン……0.6重量%
- ・2,4-ジエチルチオキサントン……0.2重量%
- ・2-ベンジル-2-ジメチルアミノ-1-(4-モルフォリノフェニル)-1-ブタノン……0.8重量%
- ・エチルカルビトールアセテート……13.6重量%

【0048】

<感光性ペーストD(光硬化深度:2.5 μ m)>

- ・Ag粉末(平均粒径:0.6 μ m)……71.1重量%
- ・SiO₂-B₂O₃-Bi₂O₃系ガラス粉末……1.9重量%(平均粒径:3.0 μ m)
- ・メタクリル酸メチル-メタクリル酸共重合体……6.0重量%
- ・エトキシ化トリメチロールプロパントリアクリレート……5.8重量%
- ・2-メチル-1-[4-(メチルチオ)フェニル]-2-モルフォリノプロパン-1-オン……0.6重量%
- ・2,4-ジエチルチオキサントン……0.2重量%
- ・2-ベンジル-2-ジメチルアミノ-1-(4-モルフォリノフェニル)-1-ブタノン……0.8重量%
- ・エチルカルビトールアセテート……13.6重量%

【0049】

<感光性ペーストE(光硬化深度:10.3 μ m)>

- ・Ag-Pt粉末(平均粒径:2.2 μ m)……63.0重量%
- ・SiO₂-B₂O₃-Bi₂O₃系ガラス粉末……2.0重量%

(平均粒径: $3.0\mu\text{m}$)

- ・メタクリル酸メチル-メタクリル酸共重合体……………6.3重量%
- ・エトキシ化トリメチロールプロパントリアクリレート…………7.2重量%
- ・2-メチル-1-[4-(メチルチオ)フェニル]-2-モルフォリノプロパ
ン-1-オン……………1.3重量%
- ・2,4-ジエチルチオキサントン……………0.33重量%
- ・2-ベンジル-2-ジメチルアミノ-1-(4-モルフォリノフェニル)-1-
ブタノン……………0.41重量%
- ・エチルカルビトールアセテート……………19.46重量%

【0050】

<感光性ペーストF(光硬化深度: $4.5\mu\text{m}$)>

- ・Cu粉末(平均粒径: $3.0\mu\text{m}$)……………80.0重量%
- ・メタクリル酸メチル-メタクリル酸共重合体……………5.1重量%
- ・エトキシ化トリメチロールプロパントリアクリレート…………4.9重量%
- ・2-メチル-1-[4-(メチルチオ)フェニル]-2-モルフォリノプロパ
ン-1-オン……………0.5重量%
- ・2,4-ジエチルチオキサントン……………0.2重量%
- ・2-ベンジル-2-ジメチルアミノ-1-(4-モルフォリノフェニル)-1-
ブタノン……………0.7重量%
- ・プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート…………8.6重量%

【0051】

<感光性ペーストG(光硬化深度: $40.5\mu\text{m}$)>

- ・ Al_2O_3 粉末(平均粒径: $2.5\mu\text{m}$)……………80.0重量%
- ・メタクリル酸メチル-メタクリル酸共重合体……………5.3重量%
- ・エトキシ化トリメチロールプロパントリアクリレート…………4.7重量%
- ・2-メチル-1-[4-(メチルチオ)フェニル]-2-モルフォリノプロパ
ン-1-オン……………0.6重量%
- ・2,4-ジエチルチオキサントン……………0.2重量%
- ・2-ベンジル-2-ジメチルアミノ-1-(4-モルフォリノフェニル)-1-
ブタノン……………0.8重量%
- ・エチルカルビトールアセテート……………8.4重量%

【0052】

<感光性ペーストH(光硬化深度: $39.8\mu\text{m}$)>

- ・ SiO_2 - PbO - B_2O_3 系ガラス粉末……………65.0重量%
- (平均粒径: $3.0\mu\text{m}$)
- ・メタクリル酸メチル-メタクリル酸共重合体……………6.3重量%
- ・エトキシ化トリメチロールプロパントリアクリレート…………7.2重量%
- ・2-メチル-1-[4-(メチルチオ)フェニル]-2-モルフォリノプロパ
ン-1-オン……………0.25重量%
- ・2,4-ジエチルチオキサントン……………0.06重量%
- ・2-ベンジル-2-ジメチルアミノ-1-(4-モルフォリノフェニル)-1-
ブタノン……………1.73重量%
- ・エチルカルビトールアセテート……………10.86重量%
- ・プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート…………8.6重量%

【0053】[実施例1~8の試料の作製]上記の感光性ペーストA~Hを用いて、以下の実施例1~8の試料及び比較例1~8の試料を作製した。

<実施例1>光硬化深度が $7.8\mu\text{m}$ の感光性ペーストAを用いて、アルミナ基板上にスクリーン印刷により、厚さ $7.6\mu\text{m}$ の感光性ペースト膜を形成した。それか

ら、フォトマスクを介して、超高圧水銀灯の光線を 2000mJcm^{-2} 照射することにより、感光性ペースト膜を露光処理した後、炭酸ナトリウム0.5重量%水溶液による現像を行った。

【0054】このようにしてパターンニングされた各試料のパターン膜について、現像後のハガレの発生の有無、

ならびに顕微鏡観察による断面形状、焼成後の断面形状の評価を行った。さらには、感光性ペーストAを用いて、誘電体基板上に、厚さ7.6 μm の感光性ペースト膜を形成し、フォトマスクを通して露光処理及び現像処理、焼成処理を行ったマイクロストリップ共振器を形成し、10GHzにおける高周波での伝送特性を、ネットワークアナライザにて評価した。なお、伝送特性の指標として、無負荷Qを用いた。

【0055】＜実施例2＞光硬化深度が9.0 μm の感光性ペーストBを用いて、アルミナ基板上にスクリーン印刷により、厚さ12.0 μm の感光性ペースト膜を形成した。それから、フォトマスクを介して、超高圧水銀灯の光線を2000 mJcm^{-2} 照射することにより、感光性ペースト膜を露光処理した後、炭酸ナトリウム0.5重量%水溶液による現像を行った。

【0056】このようにしてパターンニングされた各試料のパターン膜について、現像後のハガレの発生の有無、ならびに顕微鏡観察による断面形状、焼成後の断面形状の評価を行った。さらには、感光性ペーストBを用いて、誘電体基板上に、厚さ12.0 μm の感光性ペースト膜を形成し、フォトマスクを通して露光処理及び現像処理、焼成処理を行ったマイクロストリップ共振器を形成し、10GHzにおける高周波での伝送特性を、ネットワークアナライザにて評価した。なお、伝送特性の指標として、無負荷Qを用いた。

【0057】＜実施例3＞光硬化深度が7.3 μm の感光性ペーストCを用いて、アルミナ基板上にスクリーン印刷により、厚さ8.5 μm の感光性ペースト膜を形成した。それから、フォトマスクを介して、超高圧水銀灯の光線を2000 mJcm^{-2} 照射することにより、感光性ペースト膜を露光処理した後、炭酸ナトリウム0.5重量%水溶液による現像を行った。

【0058】このようにしてパターンニングされた各試料のパターン膜について、現像後のハガレの発生の有無、ならびに顕微鏡観察による断面形状、焼成後の断面形状の評価を行った。さらには、感光性ペーストCを用いて、誘電体基板上に、厚さ8.5 μm の感光性ペースト膜を形成し、フォトマスクを通して露光処理及び現像処理、焼成処理を行ったマイクロストリップ共振器を形成し、10GHzにおける高周波での伝送特性を、ネットワークアナライザにて評価した。なお、伝送特性の指標として、無負荷Qを用いた。

【0059】＜実施例4＞光硬化深度が2.5 μm の感光性ペーストDを用いて、アルミナ基板上にスピンコーターにより、厚さ3.0 μm の感光性ペースト膜を形成した。それから、フォトマスクを介して、超高圧水銀灯の光線を2000 mJcm^{-2} 照射することにより、感光性ペースト膜を露光処理した後、炭酸ナトリウム0.5重量%水溶液による現像を行った。

【0060】このようにしてパターンニングされた各試料

のパターン膜について、現像後のハガレの発生の有無、ならびに顕微鏡観察による断面形状、焼成後の断面形状の評価を行った。さらには、感光性ペーストDを用いて、誘電体基板上に、厚さ3.0 μm の感光性ペースト膜を形成し、フォトマスクを通して露光処理及び現像処理、焼成処理を行ったマイクロストリップ共振器を形成し、10GHzにおける高周波での伝送特性を、ネットワークアナライザにて評価した。なお、伝送特性の指標として、無負荷Qを用いた。

【0061】＜実施例5＞光硬化深度が10.3 μm の感光性ペーストEを用いて、アルミナ基板上にスクリーン印刷により、厚さ12.2 μm の感光性ペースト膜を形成した。それから、フォトマスクを介して、超高圧水銀灯の光線を2000 mJcm^{-2} 照射することにより、感光性ペースト膜を露光処理した後、炭酸ナトリウム0.5重量%水溶液による現像を行った。

【0062】このようにしてパターンニングされた各試料のパターン膜について、現像後のハガレの発生の有無、ならびに顕微鏡観察による断面形状、焼成後の断面形状の評価を行った。さらには、感光性ペーストEを用いて、誘電体基板上に、厚さ12.2 μm の感光性ペースト膜を形成し、フォトマスクを通して露光処理及び現像処理、焼成処理を行ったマイクロストリップ共振器を形成し、10GHzにおける高周波での伝送特性を、ネットワークアナライザにて評価した。なお、伝送特性の指標として、無負荷Qを用いた。

【0063】＜実施例6＞光硬化深度が4.5 μm の感光性ペーストFを用いて、アルミナ基板上にスクリーン印刷により、厚さ6.5 μm の感光性ペースト膜を形成した。それから、フォトマスクを介して、超高圧水銀灯の光線を2000 mJcm^{-2} 照射することにより、感光性ペースト膜を露光処理した後、炭酸ナトリウム0.5重量%水溶液による現像を行った。

【0064】このようにしてパターンニングされた各試料のパターン膜について、現像後のハガレの発生の有無、ならびに顕微鏡観察による断面形状、焼成後の断面形状の評価を行った。さらには、感光性ペーストFを用いて、誘電体基板上に、厚さ6.5 μm の感光性ペースト膜を形成し、フォトマスクを通して露光処理及び現像処理、焼成処理を行ったマイクロストリップ共振器を形成し、10GHzにおける高周波での伝送特性を、ネットワークアナライザにて評価した。なお、伝送特性の指標として、無負荷Qを用いた。

【0065】＜実施例7＞光硬化深度が40.5 μm の感光性ペーストGを用いて、アルミナ基板上にスクリーン印刷により、厚さ35.0 μm の感光性ペースト膜を形成した。それから、フォトマスクを介して、超高圧水銀灯の光線を2000 mJcm^{-2} 照射することにより、感光性ペースト膜を露光処理した後、炭酸ナトリウム0.5重量%水溶液による現像を行った。

【0066】このようにしてパターニングされた各試料のパターン膜について、現像後のハガレの発生の有無、ならびに顕微鏡観察による断面形状、焼成後の断面形状の評価を行った。

【0067】＜実施例8＞光硬化深度が39.8 μ mの感光性ペーストHを用いて、アルミナ基板上にスクリーン印刷により、厚さ36.5 μ mの感光性ペースト膜を形成した。それから、フォトマスクを介して、超高圧水銀灯の光線を2000mJcm⁻²照射することにより、感

光性ペースト膜を露光処理した後、炭酸ナトリウム0.5重量%水溶液による現像を行った。

【0068】このようにしてパターニングされた各試料のパターン膜について、現像後のハガレの発生の有無、ならびに顕微鏡観察による断面形状、焼成後の断面形状の評価を行った。上述のようにして測定した実施例1～8の試料の諸特性を表1に示す。

【0069】

【表1】

	実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4	実施例 5	実施例 6	実施例 7	実施例 8
感光性ペースト	A	B	C	D	E	F	G	H
導電性粉末	Ag	Ag	Ag	Ag	Ag-Pt	Cu	無し	無し
導電性粉末の 含有割合 (%)	75	70	71.1	71.1	63	80	0	0
導電性粉末の 平均粒径 (μ m)	3.0	3.0	1.8	0.6	2.2	3.0	—	—
絶縁性無機粉 末	無し	ガラス	ガラス	ガラス	ガラス	無し	アルミナ	ガラス
絶縁性無機粉 末の含有割合 (%)	0	3.0	1.9	1.9	2	0	80	65
絶縁性無機粉 末の平均粒径 (μ m)	—	3.0	3.0	3.0	3.0	—	2.5	3
光硬化深度(d) (μ m)	7.8	9.0	7.3	2.5	10.3	4.5	40.5	39.8
d+m (μ m)	10.8	12.0	9.1	3.1	12.2	7.5	43.0	42.8
感光性ペースト 膜の膜厚(t) (μ m)	7.6	12.0	8.5	3.0	12.2	6.5	35.0	36.5
ハガレ	無し	無し	無し	無し	無し	無し	無し	無し
現像後断面形 状	矩形	矩形	矩形	矩形	矩形	矩形	矩形	矩形
焼成後断面形 状	矩形	矩形	矩形	矩形	矩形	矩形	矩形	矩形

【0070】表1に示すように、上記実施例1～8の各試料においては、現像後の感光性ペースト膜のハガレの発生は認められなかった。また、現像後の感光性ペースト膜の断面形状は矩形であり、焼成後の厚膜パターン（電極導体）の断面形状も矩形であった。上記結果より、本願発明によれば、断面形状が矩形で、電流の集中を生じたりせず、高周波での伝送特性に優れた厚膜パターンを確実に形成できることがわかる。

【0071】〔比較例1～8の試料の作製〕また、比較のため、上記実施例1～8と同じ条件で、感光性ペースト膜の膜厚のみを変えた（すなわち、光硬化深度よりも

感光性ペースト膜の膜厚を大きくした）試料（比較例1～8の試料）を作製し、その諸特性を測定した。なお、比較例1～8の試料の感光性ペースト膜の膜厚と、上記実施例1～8の感光性ペースト膜の膜厚の関係は次の通りである。

【0072】＜比較例1＞

実施例1の感光性ペースト膜の膜厚：7.6 μ m

比較例1の感光性ペースト膜の膜厚：10.9 μ m

他の条件は実施例1と同じ。

＜比較例2＞

実施例2の感光性ペースト膜の膜厚：12.0 μ m

比較例2の感光性ペースト膜の膜厚：12.1 μm
他の条件は実施例2と同じ。

<比較例3>

実施例3の感光性ペースト膜の膜厚：8.5 μm
比較例3の感光性ペースト膜の膜厚：10.8 μm
他の条件は実施例3と同じ。

<比較例4>

実施例4の感光性ペースト膜の膜厚：3.0 μm
比較例4の感光性ペースト膜の膜厚：7.5 μm
他の条件は実施例4と同じ。

<比較例5>

実施例5の感光性ペースト膜の膜厚：12.2 μm
比較例5の感光性ペースト膜の膜厚：12.3 μm
他の条件は実施例5と同じ。

<比較例6>

実施例6の感光性ペースト膜の膜厚：6.5 μm
比較例6の感光性ペースト膜の膜厚：8.8 μm
他の条件は実施例6と同じ。

<比較例7>

実施例7の感光性ペースト膜の膜厚：35.0 μm
比較例7の感光性ペースト膜の膜厚：48.3 μm
他の条件は実施例7と同じ。

<比較例8>

実施例8の感光性ペースト膜の膜厚：36.5 μm
比較例8の感光性ペースト膜の膜厚：51.4 μm
他の条件は実施例8と同じ。

上述のようにして測定した比較例1～8の試料の諸特性を表2に示す。

【0073】

【表2】

	比較例 1	比較例 2	比較例 3	比較例 4	比較例 5	比較例 6	比較例 7	比較例 8
感光性ペースト	A	B	C	D	E	F	G	H
導電性粉末	Ag	Ag	Ag	Ag	Ag-Pt	Cu	無し	無し
導電性粉末の 含有割合 (%)	75	70	71.1	71.1	63	80	0	0
導電性粉末の 平均粒径 (μm)	3.0	3.0	1.8	0.6	2.2	3.0	—	—
絶縁性無機粉 末	無し	ガラス	ガラス	ガラス	ガラス	無し	アルミナ	ガラス
絶縁性無機粉 末の含有割合 (%)	0	3.0	1.9	1.9	2	0	80	65
絶縁性無機粉 末の平均粒径 (μm)	—	3.0	3.0	3.0	3.0	—	2.5	3
光硬化深度(d) (μm)	7.8	9.0	7.3	2.5	10.3	4.5	40.5	39.8
d+m (μm)	10.8	12.0	9.1	3.1	12.2	7.5	43.0	42.8
感光性ペースト 膜の膜厚(t) (μm)	10.9	12.1	10.8	7.5	12.3	8.8	48.3	51.4
ハガレ	無し	一部有 (軽微)	一部有	一部有	無し	一部有	一部有	一部有
現像後断面形 状	逆台形 (軽微)	逆台形 (軽微)	逆台形	逆台形	逆台形 (軽微)	逆台形	逆台形	逆台形
焼成後断面形 状	逆台形 (軽微)	エッジ カール (軽微)	エッジ カール	エッジ カール	逆台形 (軽微)	エッジ カール	逆台形	逆台形

【0074】比較例3、4、6、7及び8については、感光性ペースト膜の膜厚(t)が、光硬化深度(d)、及び光硬化深度(d)+無機粉末の平均粒径(m)の値よりも相

当に大きいことから、現像後の感光性ペースト膜にハガレが生じたり、現像後の感光性ペースト膜の断面形状が逆台形状になったりするとともに、焼成後の厚膜パター

ン（線路）の断面形状も逆台形状になったり、エッジカール現象が生じたりして、高周波での伝送特性に優れた厚膜パターンを形成することができなかった。

【0075】一方、感光性ペースト膜の膜厚(t)を、光硬化深度(d)+無機粉末の平均粒径(m)の値よりもわずかに大きくしただけの比較例1、2及び5の場合、現像後の感光性ペースト膜のハガレも認められないか、又は認められたとしても軽微であり、また、現像後の感光性ペースト膜の断面形状が逆台形状になったりする程度も軽微であった。さらに、焼成後の厚膜パターン（線路）の断面形状も逆台形状になったり、エッジカール現象が生じたりする程度も軽微であった。

【0076】したがって、断面形状が矩形の、高い形状精度の厚膜パターンを形成しようとする場合には、感光性ペースト膜の膜厚(t)が光硬化深度(d)+無機粉末の平均粒径(m)の値を超えないようにすることが望ましいが、形成しようとする厚膜パターンがそれほど高い形状精度を必要としない場合には、比較例2及び5のように、光硬化深度(d)+無機粉末の平均粒径(m)の値よりも感光性ペースト膜の膜厚をいくらか大きめに設定することも可能であることがわかる。

【0077】[高周波伝送特性]実施例1、2、3、4、5、6及び比較例1、2、3、4、5、6の線路の高周波伝送特性（10GHzにおける無負荷Qの値）を図1に示す。図1より、実施例1～6の線路のほうが、比較例1～6の線路よりも無負荷Qの値が大きく、高周波伝送特性に優れていることがわかる。

【0078】なお、本願発明は、上記実施形態及び実施例に限定されるものではなく、発明の要旨の範囲内において、種々の応用、変形を加えることが可能である。

【0079】

【発明の効果】上述のように、本願発明（請求項1）の厚膜パターンの形成方法は、予め、感光性ペーストの光硬化深度(d)を測定しておき、この光硬化深度(d)を考慮して感光性ペースト膜の膜厚(t)を定めるようにしているので、所望の断面形状を有する厚膜パターンを効率よく形成することが可能になり、厚膜パターンが形成される対象（通常は基板）との密着性が良好で、形状精度の高い厚膜パターンを効率よく形成することが可能になる。

【0080】また、請求項2の厚膜パターンの形成方法のように、感光性ペーストを式： $t \leq d$ の条件を満たすように塗布する、すなわち、感光性ペースト膜の膜厚(t)を、光硬化深度(d)と同等、あるいはそれより小さくするようにした場合、厚み方向の全体にわたって感光性ペースト膜を確実に硬化させ、現像時に溶解しないよ

うにすることが可能になる。したがって、所望の断面形状を有する厚膜パターンを確実に形成することが可能になり、厚膜パターンが形成される対象（通常は基板）との密着性が良好で、断面形状が矩形の厚膜パターンを効率よく形成することが可能になる。

【0081】さらに、この厚膜パターンは、焼成した場合も、断面形状が矩形を保ち、逆台形状の厚膜パターンを焼成した場合に発生するエッジカールが生じることがないので、電極表面に、電流の集中が生じやすい尖った部分が形成されることを防止して、電流の集中を抑制することが可能になり、高周波での伝送特性を向上させることが可能になる。

【0082】また、請求項3の厚膜パターンの形成方法のように、感光性ペースト中の無機粉末の平均粒径を(m)とした場合に、感光性ペースト膜の膜厚(t)が、式： $t \leq d + m$ の条件を満たすようにした場合にも、厚み方向の全体にわたって感光性ペースト膜をさらに確実に硬化させることができる。したがって、所望の断面形状を有する厚膜パターンを確実に形成することが可能になり、厚膜パターンが形成される対象（通常は基板）との密着性の良好で、形状精度に優れた厚膜パターンを効率よく形成することができる。

【0083】また、本願発明の厚膜パターンの形成方法は、形状精度の高い厚膜パターンを形成するのに適しており、断面形状が矩形の厚膜パターンを確実に形成することが可能である。したがって、請求項4の厚膜パターンの形成方法によれば、形成される対象（通常は基板）との密着性の良好で、高周波伝送特性の優れた、断面形状が矩形の厚膜パターンを効率よく形成することが可能になり、特に有意義である。

【0084】また、本願発明（請求項5）の感光性ペーストは、光硬化深度(d)、感光性ペースト膜の膜厚(t)、無機粉末の平均粒径(m)が、式： $t \leq d + m$ の条件を満たすような状態で用いられるものであり、塗布、形成された感光性ペースト膜を、厚み方向の全体にわたって確実に硬化させることができるため、断面形状が矩形の厚膜パターンを確実に形成することが可能になる。したがって、本願発明の感光性ペーストを用いることにより、厚膜パターンが形成される対象（通常は基板）との密着性の良好で、高周波伝送特性の優れた、断面形状が矩形の厚膜パターンを効率よく形成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例及び比較例にかかる線路の高周波伝送特性（10GHzにおける無負荷Qの値）を示す図である。

【図1】

